Handbuch der Geophysik
herausgegeben von
Professor Dr. B. Gutenberg

Band IV, Lieferung 3

A. Sieberg

Erdbebengeographie

Mit 113 Abbildungen

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a

Inhaltsübersicht

Abschnitt VI

Erdbebengeographie

von Reg.-Rat Prof. Dr. A. Sieberg, Jena

In der Erdbebentätigkeit zeigt die Erdrinde sowohl auf dem festen Lande als auch unter den Weltmeeren weitgehende regionale und lokale Unterschiede nach Stärke, Charakter und Häufigkeit. Große Gebiete sind praktisch bebenfrei, während sich in gewissen Zonen die Bebentätigkeit außerordentlich folgenschwer und lebhaft gestaltet; zwischen diesen beiden Extremen pflegen Übergangszonen eingeschaltet zu sein. Mit der geographischen Verteilung der Erdbeben und den Problemen theoretischer und praktischer Art, die sich daraus ergeben, beschäftigt sich die Erdbebengeographie.

Wenn man mit Sieberg[1]) ein Erdbeben als einpoliges Kraftfeld (§ 125) auffaßt, dann ergibt sich ohne weiteres die Definition der *Erdbebengeographie* als die *Lehre von der räumlichen und zeitlichen Summe aller seismischen Kraftfelder der Erde* in ihren *Wirkungen* an der Erdoberfläche und ihren tieferen *Ursachen*. Hieraus folgen zwangsläufig Aufgabe und Arbeitsmethode der Erdbebengeographie derart, daß die *Stärken* der Erdbeben, also die Oberflächenbilder der seismischen Kraftfelder, sowie die *Herde* als die Kraftquellen die Grundlage aller Forschung bilden müssen.

Diese beiden Vorbedingungen erfüllt zum erstenmal der nachstehende Versuch. Zu diesem Zweck mußten, gestützt auf eigene Untersuchungen in verschiedenen Erdbebenländern, neue Arbeitsmethoden entwickelt und auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden; diese seien unter der Bezeichnung Kraftfeldmethode zusammengefaßt. Hiernach wurde alles erreichbare Beobachtungsmaterial für die ganze Welt von Grund auf neu bearbeitet. Um Mißverständnissen vorzubeugen sei ausdrücklich betont, daß dabei bis auf vereinzelte Ausnahmen, die im Text als solche besonders bezeichnet sind, sämtliche zitierten Werke über Erdbeben und Tektonik lediglich als Materialquellen dienen konnten.

So entstand zunächst eine *seismische Erdbeschreibung*. Daß nur sie die unerläßlichen Vorkenntnisse übermittelt für alle Versuche, *Schutzmaßnahmen* gegen verderbliche Erdbebenwirkungen in geregelte Bahnen zu lenken, bedarf nach § 136 keiner besonderen Beweisführung. Erst die Verknüpfung der Wirkungen mit den Ursachen führte zum *seismischen Weltbild*. In dem Maße, wie dieses sich vertiefte, hoben sich ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten immer schärfer heraus, gleich bedeutungsvoll für die reine wie für die angewandte Wissenschaft. Es zeigte sich, wie die Erdbebentätigkeit jeder Weltgegend, auch der submarinen, mit dem *tektonischen Aufbau* in engstem Zusammenhang steht und die ganze geologische Entwicklung, die das betreffende Erdrindenstück durchgemacht hat, widerspiegelt. Darüber hinausgehend erweist sich die Erdbebentätigkeit als Anzeiger und als Maß für das Wirken jener Kräfte, die als *Gebirgsbildung*

[1]) A. Sieberg, Geologische Einführung in die Geophysik. Jena 1927.

im weitesten Sinne (Epirogenese und Orogenese) noch heute das Mosaik der Erdrinde durcheinander bewegen. Erst hiermit ist der Beweis erbracht, daß die Erde kein Fossil mit bekanntem Werdegang und anatomischem Bau ist, sondern gleichsam ein Lebewesen, dessen Organe verschiedener Funktion sich in ihrer Tätigkeit zu erkennen geben. Schließlich gestatten die Ergebnisse der Erdbebengeographie, aus der Erdbebentätigkeit einer Gegend beachtenswerte Rückschlüsse auf deren vielleicht noch *unbekannte oder strittige Tektonik* zu ziehen.

Unter diesen Umständen könnte es befremden, daß wenige Werke der geographischen und der geologischen Länderkunde die Erdbeben überhaupt, und bloß ganz vereinzelte sie in ausreichender Weise berücksichtigen. Jedoch dürfte dies leicht zu erklären sein. Trotzdem es nämlich Erdbebenkataloge, Jahresberichte von Erdbebendiensten und Untersuchungen über Einzelbeben aller Weltgegenden in sehr großer Zahl gibt, ist die Sprödigkeit des Materials geeignet, von Versuchen zusammenfassender Bearbeitungen abzuschrecken. Zudem hatten sich, in Ermangelung einer klaren Problemstellung und Materialkritik, unzulängliche Arbeitsmethoden herausgebildet und durchgesetzt, während manche wertvolle Verbesserungsvorschläge unbeachtet blieben. Deshalb ist es verständlich, daß viele Untersuchungsergebnisse nicht das zu bieten vermochten, was erhofft wurde; außerdem begünstigten sie das Aufkommen gewisser Vorstellungen, die der kritischen Nachprüfung nicht standhielten.

§ 181. Problemstellung. Untersuchungen über die geographische Verteilung der Erdbebentätigkeit sollen Auskunft geben über:

1. Die *Erdbebengebiete* und ihre genaue Umgrenzung, vor allem jener Zonen, die im Laufe der Geschichte von *Schäden* oder gar *Zerstörungen* betroffen worden sind; um so mehr deshalb, weil damit gerechnet werden muß, daß sie auch in Zukunft mindestens ebenso stark zu leiden haben werden. Dabei bedürfen die örtlichen Beziehungen der Bebenwirkungen zu den Bodenverhältnissen und den tektonischen Störungen des Untergrundes (Kap. 15) der Klärung.

2. Die *Herde* nach Lage, Charakter (§ 142) der Tätigkeit und Beschaffenheit als geologische Störungsstelle (§ 126).

3. Die *regionalen Beziehungen der Herde* zueinander und zur großräumigen Tektonik.

4. Die *Häufigkeit* der Erdbeben. Jedoch ist deren Bedeutung für unsere Probleme bis jetzt sehr überschätzt worden und hat sogar zu mißverstandenen Auffassungen geführt, ganz abgesehen davon, daß das Material ganz besonders spröde ist.

Erst die so gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es, die Lehren der theoretischen Erdbebenforschung *praktisch zu verwerten*, und zwar für:

5. Die *Volkswirtschaft* zu möglichst weitgehender Verhütung gefährlicher Erdbebenwirkungen durch vorbeugende Maßnahmen (Kap. 16);

6. Die *Geologie* zur Klärung strittiger Fragen über Tektonik, namentlich des Schollenbaus der Erdrinde und seiner Regsamkeit in solchen Gebieten, die geologisch nicht genügend erschlossen oder, wie die Meere, nur schwer erschließbar sind.

Kapitel 29

Die Hilfsmittel der Erdbebengeographie

Die Weiterentwicklung der seismischen Erdbeschreibung zum kausalen seismischen Weltbild hat zur Voraussetzung in erster Linie die Kenntnis des geologischen, vor allem des *tektonischen Weltbildes*, sodann der *Dynamik tektonischer Vorgänge* (Kap. 21). Die zuerst genannte Bedingung hatte schon gegen

1820 der Göttinger Geologe K. E. A. von Hoff[1]) erkannt und zu erfüllen versucht, soweit es das sehr bescheidene geologische Wissen der damaligen Zeit gestattete. Auf diesem Quellenwerk beruht auch die erste, 1851 veröffentlichte Weltkarte der Erdbeben, die in wenig veränderter Form ohne Quellenangabe bis in die Gegenwart hinein mehrfach zum Abdruck gelangte; Traugott Bromme[2]) ist ihr Verfasser. Eine ausreichende Grundlage bot erst E. Suess[3]), der in noch höherem Maße als Alb. Heim[4]) die Tektonik entwickelte und vor allem zum ersten Weltbilde zusammenfaßte, auf dem die ausbauenden Nachfahren fußen. Letzteres legte F. de Montessus de Ballore[5]) seinem seismischen Weltbilde zugrunde, das, als reife Frucht jahrzehntelanger Kleinarbeit, einen Markstein in der Erdbebenforschung bedeutet. Schon vorher hatte E. Rudolph[6]) die sehr verdienstvolle Geographie der Seebeben geschaffen, allerdings ohne deren Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Weder Suess' noch Montessus' Verdienst wird im geringsten geschmälert dadurch, daß sich die Forschungsergebnisse überstürzten. Dem versuchte Sieberg[7]) bereits 1908 Rechnung zu tragen; seine seismisch-tektonische Weltkarte berücksichtigte neben der Makroseismik auch die Mikroseismik und wies außerdem für die Seebeben die Zusammenhänge mit dem Relief bzw. der Tektonik des Meeresbodens nach. Im Gegensatz zu Montessus wurde bei dieser Gelegenheit erstmalig die Ansicht aufgestellt und vertreten, daß die Bruchtektonik der Faltentektonik als Erdbebenerreger weit überlegen ist; später erbrachte E. Rudolph[8]) neues Beweismaterial hierfür. Seitdem folgten weitere zusammenfassende Darstellungen[9]) Siebergs mit Weltkarten unter verschiedenen Gesichtspunkten, die allerdings von der jeweils herrschenden Auffassung noch mehr oder minder beeinflußt waren, sowie während der Korrektur eine Arbeit von E. Tams[10]). Erst der nachstehend angewendeten Arbeitsmethode liegt der Begriff des *seismischen Kraftfeldes* zugrunde, wodurch wohl die erdbebengeographische Forschung in die richtigen Bahnen gelenkt werden dürfte.

§ 182. Die Untersuchungsmethoden sind fast ausschließlich makroseismische. Da es sich, wie bereits betont wurde, um die Erforschung von *Kraft-*

[1]) K. E. A. von Hoff, Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Gotha 1822–1841.

[2]) Traugott Bromme, Atlas zu Alex. v. Humboldts Kosmos. Stuttgart 1851.

[3]) Eduard Suess, Das Antlitz der Erde. Prag-Leipzig 1885–1909.

[4]) Albert Heim, Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878.

[5]) F. de Montessus de Ballore, Les tremblements de terre, géographie séismologique. Paris 1906.

[6]) E. Rudolph, Über submarine Erdbeben und Eruptionen. Beitr. z. Geophys., Bd. 1–3, 1887–1898.

[7]) A. Sieberg, Der Erdball, seine Entwicklung und seine Kräfte. Eßlingen-München 1908.

[8]) E. Rudolph, Über die geographische Verteilung der Epizentralgebiete von Weltbeben und ihre Beziehungen zum Bau der Erdrinde. C. R. XI. Intern. Geol. Kongreß 1910. Stockholm 1912. — Derselbe und S. Szirtes, Zur Erklärung der geographischen Verteilung von Großbeben. Peterm. Mitt., 1914.

[9]) A. Sieberg, Die Verbreitung der Erdbeben auf Grund neuerer makro- und mikroseismischer Beobachtungen und ihre Bedeutung für Fragen der Tektonik. Veröfftl. Reichsanst. f. Erdbebenforsch. in Jena, Heft 1. 1922. — Derselbe, Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde. Jena 1923. — Derselbe, Geologische Einführung in die Geophysik. Jena 1927.

[10]) E. Tams, Die Seismizität der Erde. Handb. d. Experim.-Phys., Bd 25. Leipzig 1931.

feldern handelt, müssen in erster Linie deren Oberflächenbilder und Kraftquellen ermittelt werden.

a) Die Stärken sind im menschlichen Leben das wichtigste am Erdbeben; dies ergibt sich schon ohne weiteres aus dem Begriff dieses Naturvorganges. Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des durchschnittlichen Beobachtungsmaterials hat es sich als das zweckmäßigste erwiesen, für Erdbeben auf dem festen Lande drei Stärkegruppen zu unterscheiden: *Zerstörungen* entsprechend $>8^0$ der MERCALLI-SIEBERG-Skala, *Schäden* mit 6^0 und 7^0 sowie *Schadlosigkeit* bei 2^0—5^0. Für die Küstengebiete mußte auch auf die *Seismischen Wogen* (S. 671) soweit Rücksicht genommen werden, wie es das Beobachtungsmaterial überhaupt zuläßt. Am unergiebigsten sind die Beobachtungen über gefühlte *Seebeben*, weil sie selbst in den günstigsten Fällen weder über das Oberflächenbild des Kraftfeldes noch über die Herdlage Auskunft zu geben vermögen. Bloß *submarine Vulkanausbrüche* lokalisieren ohne weiteres die Störungsstelle.

b) Die Herde verursachen die Beben. Wenn möglich, wurden die *Lagen* der Herde makroseismisch bestimmt (§ 143), für die Meeresgebiete mikroseismisch; auf dem festen Lande mikroseismisch bloß in vereinzelten Fällen. Zur Darstellung der Leistungsfähigkeit diente die Unterscheidung in *Lokal-* und *Kleinbebenherde, Mittelbebenherde* sowie *Groß-* und *Weltbebenherde* entsprechend SIEBERGS Charakterklassen (Tab. 107), wobei ja auch die relativen Herdtiefen (S. 591) indirekt mit zum Ausdruck kommen. Gewählt wurde für jeden Herd die höchste Charakterklasse, die nachweisbar war, in Zweifelsfällen die Bezeichnung als Kleinbebenherd. Aus dem geologischen Bau der Herdgebiete ergeben sich mehr oder minder zuverlässige Anhaltspunkte für die Beurteilung von deren *Beschaffenheit* als geologische Störungsstelle.

c) Die Häufigkeit der Erdbeben gewährt Auskunft über die *Regsamkeit* der Herde, besonders bei Anwendung der RENQVISTschen Methode[1]). Aber davon abgesehen ist sie von ganz untergeordneter Bedeutung (S. 686) für Theorie und Praxis, solange sie für sich allein betrachtet wird. Denn der von MONTESSUS DE BALLORE[2]) und anderen angenommene Parallelismus zwischen Häufigkeit und Stärke besteht, abgesehen von wenigen Ausnahmefällen, nachweislich nicht. Vielmehr entbinden viele sehr regsame Herdgebiete bloß geringe Energiemengen, während in anderen Gegenden die Erdbeben zwar selten, aber verhältnismäßig oft besonders kraftvoll auftreten. Außerdem pflegt selbst heute noch die makroseismische Berichterstattung so lückenhaft zu sein, daß meistens nicht einmal Gewähr vorhanden ist, die ungefähre Größenordnung sicherstellen zu können. Beispielsweise hat für Landstriche, die bis vor kurzem noch als sehr bebenarm galten, verschärfte Berichterstattung große Regsamkeit nachgewiesen. Schließlich kann es bei der Bewertung von Schwarmbeben und von Nachbebenperioden schwerer Beben nicht ohne erhebliche Willkür abgehen. Unter diesen Umständen sah sich schon MONTESSUS DE BALLORE[3]) veranlaßt, verschiedene Korrektionsmethoden von recht anfechtbarer Brauchbarkeit einzuführen. Streng genommen lassen sich die Bebenhäufigkeiten verschiedener Länder nur dann miteinander vergleichen, wenn sie gleiche Zeiträume umfassen und vor allem, wenn sie auf Flächen gleicher Größe bezogen werden. Der zuletzt genannten Forderung versuchte MONTESSUS vorübergehend durch den von ihm geprägten Begriff der *Seismizität* Rechnung zu tragen.

[1]) H. RENQVIST, Über kartographische Darstellung der Seismizität. Zeitschr. f. Geophys., Bd. 4, 1928.

[2]) F. DE MONTESSUS DE BALLORE, Géographie séismologique. Paris 1906.

[3]) F. DE MONTESSUS DE BALLORE, Introduction à un essai de description sismique du globe et mesure de la sismicité. Beitr. z. Geophys., Bd. 4, 1900.

Auch die nachstehenden Häufigkeitstabellen sind hinsichtlich der Zusammenfassung von Beben aller Stärkegrade den genannten Mängeln unterworfen, trotzdem die Zahlenwerte unter Zugrundelegung des besten makroseismischen Beobachtungsmaterials neu abgeleitet und dann noch stark nach oben abgerundet wurden. Bloß die Häufigkeitszahlen für die schweren Beben erweisen sich als einigermaßen zuverlässig, wie aus den beigefügten Ergebnissen seismometrischer Registrierungen hervorgeht.

d) Karten[1]), die nach verschiedenen Gesichtspunkten neu entworfen wurden, dienten als Hilfsmittel für die Untersuchung und zur zusammenfassenden Darstellung des Beobachtungsmaterials. Erst sie ermöglichen die *Ableitung von theoretischen und praktischen Ergebnissen*, und für das Verständnis der nachstehenden Darlegungen sind sie unentbehrlich. Dem Verlage GEBRÜDER BORNTRAEGER sei der wärmste Dank dafür abgestattet, daß er trotz der hohen Kosten

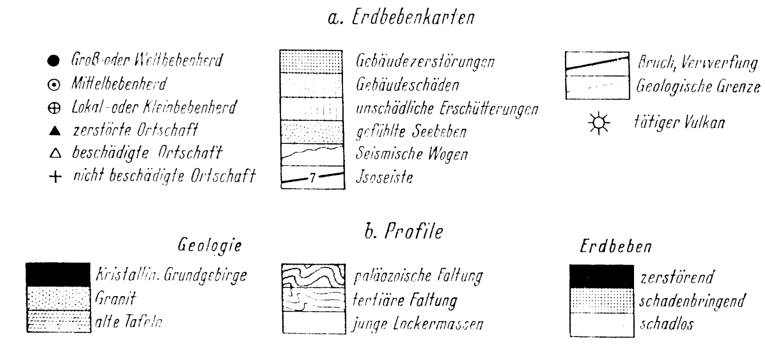


Fig. 402
Signaturen für die folgenden Karten

die Veröffentlichung der Karten gestattete. Aus technischen Gründen hat sich die Drucklegung lange hingezogen. Infolgedessen konnten neuere oder erst später bekanntgewordene Arbeiten zwar noch im Text, aber nicht immer in den Karten Berücksichtigung finden.

Aus der großen Zahl der *Isoseistenkarten* von Einzelbeben werden einige wenige ganz oder im Ausschnitt hier abgebildet. Von grundlegender Bedeutung sind die beigegebenen regionalen *Karten der Erdbebentätigkeit*. Leider mußte aus technischen Gründen auf die an sich wünschenswerte Wiedergabe der geologischen Bodenverhältnisse meistens verzichtet werden. Jedoch gelangte die festgestellte Bruchtektonik soweit zur Darstellung, wie es der Kartenmaßstab erlaubt. Die Abgrenzung der verschiedenen Stärkezonen erfolgte an der Hand der Isoseistenkarten, wodurch sich manche statischen Beziehungen (S. 566) zwischen auseinanderliegenden Gebieten ergaben. Für die Zone der schadlosen Bebenwirkungen wurde diesem Gesichtspunkt erst im letzten Abschnitt der Bearbeitung Rechnung getragen. Sehr vereinfachte *Profile* sollen für besonders interessante Gegenden den tektonischen Aufbau und gleichzeitig dessen Be-

[1]) Die zum Teil sehr schwierige Reinzeichnung der Kartenentwürfe besorgte verständnisvollst die Anstalt von Ing. ALFRED ENDE, Berlin-Friedrichsfelde, Kr..tkestraße 20; ihr sei dafür gedankt.

ziehungen zu den Herden und den Bebenstärken deutlich vor Augen führen. Für sämtliche Karten sind die in Fig. 402 angegebenen Signaturen verwendet worden.

§ 183. Das Beobachtungsmaterial, das erreichbar war, wurde von Grund auf neu und kritisch bearbeitet, und zwar gilt dies nicht allein für die *Erdbebenkataloge* und die makroseismischen *Jahresberichte*, sondern auch für die Monographien über *Einzelbeben*. Dies hatte manchmal zur Folge, daß Bebenherde jetzt einem ganz andern, oft weit entfernten Lande zugewiesen werden müssen, als es vordem üblich war. Auch sonst veränderte und vertiefte sich das Weltbild der Erdbebentätigkeit und die Deutung seiner Ursachen nicht unerheblich. Einige Landstriche erscheinen jetzt überhaupt zum ersten Male unter den Erdbebengebieten.

Das meiste Beobachtungsmaterial ist in zahllosen und zum Teil schwer zugänglichen Schriften verstreut, so daß es oft sehr schwierig fällt, sogar über bekanntere Erdbeben Näheres zu erfahren. Deshalb wurden aus dem benutzten Material, das einige zehntausend Beben umfaßt, kurze *Auszüge* zu *regionalen Katalogen* zusammengestellt und gleichsam als Stichproben hier veröffentlicht. Umfangreiche, wenn auch selbstverständlich keineswegs erschöpfende Literaturnachweise dienen zur Ergänzung.

Als Grundlage wurden einige *Quellenwerke* mit Erdbebennachrichten aus der ganzen Welt benutzt; ihre Nennung erfolgt bloß an dieser Stelle. Schon im Altertum soll *Demetrius* aus Kalatia einen Erdbebenkatalog verfaßt haben. Die bekannteren[1]) unter den mittelalterlichen rühren von Lycosthenes, Ragor, Beuther und Bernhertz her. Bis mindestens zur Mitte des vorigen Jahrhunderts stützten sich alle Untersuchungen über ältere und älteste Erdbeben auf den Katalog von K. E. A. von Hoff[2]). Diese Statistik erweiterte Alexis Perrey unermüdlich durch zahlreiche Jahresberichte[3]) und regionale Erdbebenkataloge[4]), in denen allerdings das Beobachtungsmaterial zum Teil recht kritiklos angehäuft ist. Für die Jahre 1865—1885 und die ganze Welt sammelte C. W. C. Fuchs[5]) die Erdbebennachrichten. Die umfangreichste und erschöpfendste Sammlung älteren Materials, die hier Verwendung fand, ist die handschriftliche Erdbebenchronik von B. M. Lersch[6]); sie bietet nicht allein eine sehr zuverlässige Kritik der Datierungen, der nachstehend fast stets gefolgt wurde, und überhaupt des Materials, sondern ermöglichte vor allem auch fühlbare Lücken der anderen Quellenwerke auszufüllen. Weitgehende Auskunft über die geschichtlich bekannten Vulkanausbrüche und über zugehörige Erdbeben

[1]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum chronicon. Basel 1557. — J. H. Ragor von Windiss, Von den Erdbidem eyn grundlicher Bericht. Basel 1578. — M. Beuther, Compendium terrae motuum. Straßburg 1601. — M. Bernhertz, Terraemotus das ist eyn grundlicher Bericht von den Erdbeben. Nürnberg 1616.

[2]) K. E. A. von Hoff, Chronik der Erdbeben und Vulkanausbrüche (3460 v. Chr. bis 1832 n. Chr.), Teil 4 u. 5; l. c. Gotha 1840/1841.

[3]) A. Perrey, Notes sur les tremblements de terre (1850—1871 ?) in Bull. de l'Acad. Royal de Belge in Brüssel.

[4]) Veröffentlicht in verschiedenen Zeitschriften und Akademieberichten.

[5]) C. W. C. Fuchs, Statistik der Erdbeben von 1865—1885. Sitzber. math.-naturw. Kl. der Akad. Wien, 1885.

[6]) B. M. Lersch, Erdbeben-Chronik für die Zeit von 2362 v. Chr. bis 1897. Die neunzehnbändige Handschrift, endend mit 1897, wurde vom Besitzer, dem † Direktor des Meteorologischen Observatoriums in Aachen, Prof. Dr. P. Polis, der Reichsanstalt für Erdbebenforschung in Jena in dankenswertester Weise als Leihgabe überlassen.

gibt der Katalog von K. Sapper[1]). Unübertrefflich als Materialsammlung für Seebeben und submarine Vulkanausbrüche ist die Zusammenstellung von E. Rudolph[2]).

Gegen 1880 begannen die Erdbebendienste verschiedener Länder ihre verdienstvolle Tätigkeit[3]). Seit 1897 veröffentlichte John Milne[4]) halbjährige Berichte über seismometrische Bestimmungen von Bebenherden, wozu das Stationsnetz der British Association for the Advancement of Science das Beobachtungsmaterial lieferte. Von 1903 ab erschienen die makro- und mikroseismischen Weltkataloge[5]) der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg und des damit verbundenen Zentralbureaus der Internationalen Seismologischen Assoziation, die 1904 von G. Gerland ins Leben gerufen worden war. Nach ihrer Auflösung und Ersetzung durch die Seismologische Abteilung der Union Géodésique et Géophysique setzte H. H. Turner[6]) die Bearbeitung der mikroseismischen Weltkataloge fort.

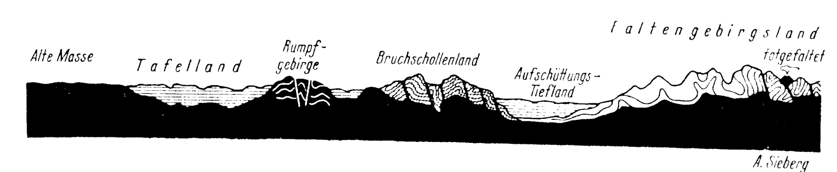


Fig. 403
Grundtypen der Regionaltektonik

§ 184. Das tektonische Weltbild bringt in den heutigen Verschiedenheiten des Aufbaus gleichzeitig die Summe aller früheren tektonischen Durchbewegungen der betreffenden Erdrindenstücke zum Ausdruck. Denn die tektonische Einpassung von Gesteinsschichten in einen kleineren Raum durch Faltung, Totfaltung und Bruchdislokation verursacht entsprechend engere Packung und zunehmende Verfestigung des Materials. Umgekehrt hängt es wiederum von der Gesteinsmobilität ab, welche Dislokationsform die tektonische Kraft zustande bringt: *Faltung* erfordert die größte Mobilität und *Bruchdislokation* setzt Totfaltung voraus, die sogar so weit gehen kann, daß keine tektonische Kraft mehr zur Veränderung des Gesteinsverbandes ausreicht. Dementsprechend ergeben sich die nachstehenden *Grundtypen*[7]) *der Regionaltektonik* (Fig. 403), die sich auch in den Landschaftsformen ausprägen. Ihre geographische Anordnung zeigt Fig. 404.

[1]) K. Sapper, Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. Straßburg 1917. — Derselbe, Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. Zeitschr. f. Vulkanol., 3. Bd, 1916/1917.

[2]) E. Rudolph, l. c.

[3]) Näheres in A. Sieberg, Handbuch der Erdbebenkunde. Braunschweig 1904.

[4]) J. Milne, Circular issued by the Seismological Committee, in den Brit. Assoc. Reports.

[5]) Die makroseismischen Kataloge wurden bearbeitet von E. Rudolph, E. Oddone, A. Christensen und G. Ziemendorf, E. Scheu, R. Lais und A. Sieberg, die mikroseismischen von E. Tams, E. Rosenthal und S. Szirtes, in Jena von G. Krumbach.

[6]) H. H. Turner, The international seismological summary.

[7]) A. Sieberg, Geologische Einführung in die Geophysik. Jena 1927. — F. Beyschlag, Geologische Karte der Erde, 12 Blätter 1 : 15 Mill. Berlin, im Erscheinen begriffen.

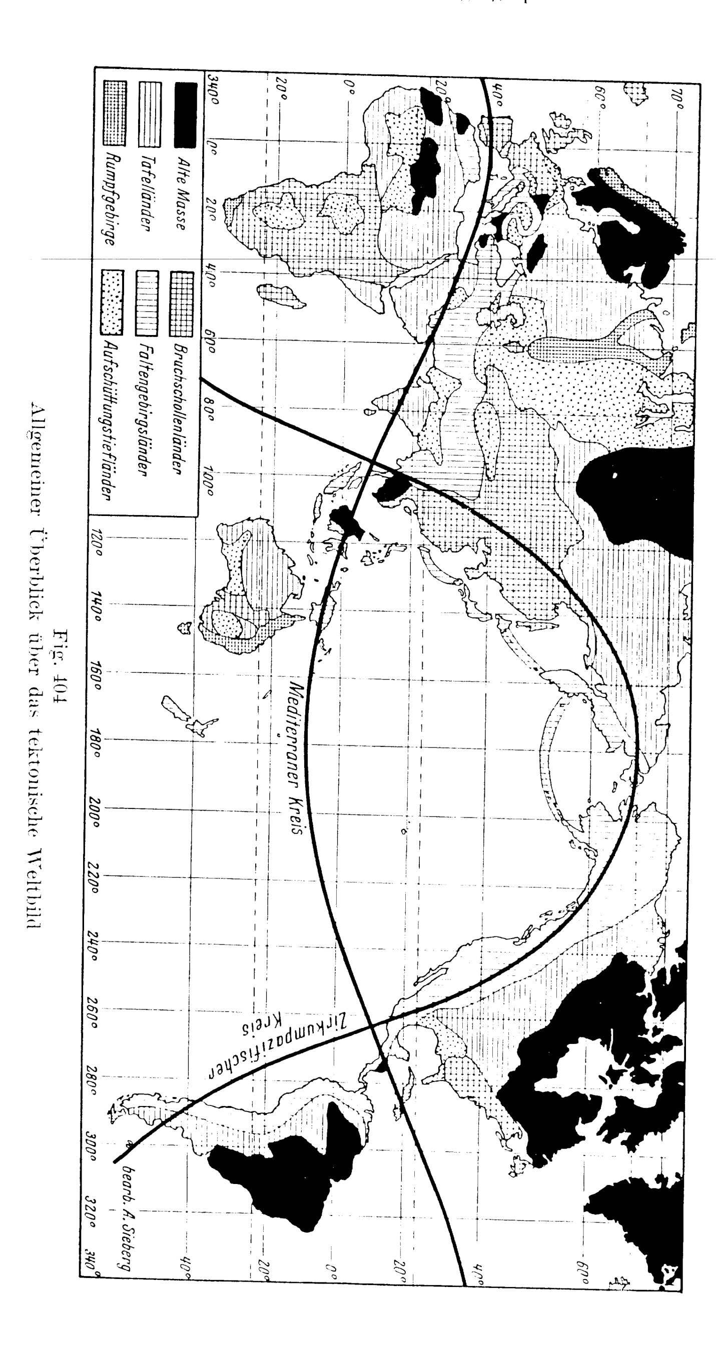


Fig. 404
Allgemeiner Überblick über das tektonische Weltbild

a) Alte Massen stellen das Höchstmaß der Verfestigung dar. Ihre Faltung, die im Laufe der Zeit zahlreiche Hochgebirgsketten aufs engste aneinander packte, die Durchschwärmung mit Magmaintrusionen und der Beginn der Einebnung gehören meistens schon der voralgonkischen Zeit an. Heute bilden sie die *Kerne der Kontinente*, ungeheure, schwachwellige Flächen aus Urgestein, Graniten, Gneisen und sonstigen metamorphischen Gesteinen in engster Faltung. Sie sind so außerordentlich starr, daß im allgemeinen höchstens ihre Randgebiete von Bruchdislokation betroffen werden.

b) Tafelländer verhalten sich in der gleichen Weise. Denn sie bilden jene Teile alter Massen, die vorübergehend unter den Meeresspiegel gerieten und sich mit mächtigen Tafeln horizontal gelagerter Sedimentgesteine bedeckten.

c) Rumpfgebirge sind die niedergehobelten Reste paläozoischer Gebirge, die auch heute noch die Umgebung gebirgig überragen. Sie wurden totgefaltet und die Bruchdislokation ist weitgehend zur Ruhe gekommen, zum Teil sogar verheilt.

d) Bruchschollenländer umfassen die Gebiete paläozoischer, stellenweise auch solche tertiärer Faltung, in denen die Faltenstränge sich folgeweise an den Rändern von Kernmassiven anlagerten. Jede jüngere Faltung versteifte die älteren Gesteinsfalten, bis endlich Totfaltung die Reife für Bruchdislokation herbeiführte. Das Oberflächenbild läßt den Faltenbau nicht mehr erkennen. Vielmehr entstanden aus den vertikal gegeneinander bewegten Schollen vor allem *Bruchgebirge* sowie weite *Einbruchsbecken*, während sich auf den Schollenrändern tätige *Vulkane* dort aufbauten, wo Magmanester angeschnitten wurden.

e) Faltengebirgsländer zeigen auch an der Erdoberfläche ausgesprochen Faltenbau. Bündel von mehr oder minder gleichgerichteten Faltensträngen, oft von Hochgebirgscharakter, ziehen sich meist bogenförmig dahin, bis sie sich entweder allmählich verlieren oder bis sie durch Verwerfung versenkt und abgeschnitten werden. Zahlreiche Faltengebirge knüpfen sich mit S-förmigen Bindegliedern wie Girlanden aneinander oder sind wie Rutenbündel angeordnet (Virgation, Scharung oder Gebirgsknoten).

Die Faltengebirge sind die jüngsten Produkte der *Faltung*. Sie wurden zusammengestaucht aus der tiefen Sedimentfüllung der gewaltigen, als *Geosynklinalen* bezeichneten Sammelmulden, die die jeweils mobilsten Streifen der Erdrinde darstellen. Trotzdem sind manche Abschnitte der tertiären Faltungsländer bereits *totgefaltet* und der *Bruchdislokation* teilweise in so großem Ausmaße anheimgefallen, daß sie in der Gegenwart tektonisch, orographisch und seismisch *den Bruchschollenländern zugerechnet werden müssen*. Leider pflegt dies bis jetzt nicht beachtet zu werden, so daß die an sich richtige Bezeichnung als tertiäres Faltungsland in solchen Fällen eine falsche Vorstellung hervorruft.

f) Aufschüttungstiefländer sind, oft bis zu großer Mächtigkeit, mit Lockermassen aufgefüllt. Ihre tektonische Stellung ist recht verschieden; denn mitunter bilden sie verschüttete Bruchschollenländer, in anderen Fällen aber Faltungsmulden.

g) Die Meere zeigen sowohl im ganzen als auch im einzelnen sehr verschiedenartigen Bau, der außerdem, wie wegen der Verhüllung durch das Wasser ohne weiteres verständlich ist, lebhaft umstritten wird. Zur Klärung dieser Streitfragen vermag die Erdbebengeographie Beiträge zu liefern; sie sollen an der gegebenen Stelle gebracht werden.

h) Die mediterrane und die zirkumpazifische Zone haben für das tektonische ebenso wie für das seismische Weltbild ganz besondere Bedeutung. Denn an sie ist das jüngste Wirken der Orogenese gebunden, sowohl die tertiäre *Faltung* als auch die nach der *Totfaltung* hauptsächlich im Quartär einsetzende *Bruchdislokation* samt dem *Vulkanismus*. Diese beiden schmalen Zonen bilden zwei größte Kreise der Erdoberfläche, die einander unter einem Winkel von etwa 23° schneiden. Ihr schematischer Verlauf ist aus Fig. 404 ersichtlich.

Kapitel 30

Europa

Obgleich im festländischen Europa die Erdbeben bei weitem nicht die Rolle spielen wie in manchen anderen Erdteilen, brachten es die Verhältnisse mit sich, daß wir über seine Erdbebentätigkeit ganz besonders gut unterrichtet sind. Gerade die ältesten Kulturländer Europas, die Randgebiete des Mittelmeers, zeichnen sich durch häufige und folgenschwere Erdbeben aus. Infolgedessen beschäftigten sich schon die Naturphilosophen des klassischen Altertums recht eingehend mit dieser Naturerscheinung, teils durch Aufzeichnungen und Beschreibungen, teils durch theoretische Überlegungen über die möglichen Ursachen. So ist es denn nicht zu verwundern, daß die Erdbebenforschung überhaupt von hier ihren Ausgang nahm. Auch die späteren Chronisten haben zahllose wertvolle Erdbebennachrichten hinterlassen, von denen allerdings noch viele der Bekanntgabe harren. Als besonders wertvoll erwies es sich, daß im letzten Viertel des verflossenen Jahrhunderts allenthalben mit der Einrichtung von besonderen Erdbebendiensten begonnen wurde und daß außerdem die tektonische Erschließung des Kontinentes schnell voranschritt. Diesen Vorarbeiten verdanken wird die Möglichkeit, mit einem sonst nirgends wieder erreichbaren Grade von Zuverlässigkeit ein geschlossenes Bild der Erdbebentätigkeit von Europa zu entwickeln.

§ 185. Allgemeiner Überblick. Europa ist der jüngste unter den Kontinenten. Seit der Trias bildete es einen Archipel nach Art der heutigen Malayischen Inselwelt, dessen Zwischenräume ganz allmählich durch Hebung des Sockels trockengelegt wurden. Infolgedessen kam die heutige Gestalt erst in allerjüngster Zeit, im Diluvium und teilweise sogar erst im Postdiluvium zustande, wobei neben Faltungs- vor allem weitgehende Bruchdislokation das ganze Bild überarbeitete. Das Antlitz Europas zeigt als Ergebnis der Entwicklungsgeschichte nachstehende Grundzüge[1], die sich auch im Bilde der Erdbebentätigkeit mehr oder minder deutlich widerspiegeln.

Den Kern des Kontinentes, H. Stilles[2]) Ureuropa, bildet die Skandinavisch-Russische Masse aus kristallinen und zum Teil algonkisch gefalteten Gesteinen, die allerdings bloß im Baltikum offen zutage liegen. Hierher gehören auch die Hebriden samt Inseln der europäischen Arktis, vor allem Spitzbergen und Grönland. Faltungszonen, die im Laufe der Zeit von Norden nach Süden vorrückten, gliederten dem Kerne immer neue, aus marinen Geosynklinaltrögen empor-

[1]) A. Philippson, Europa. 3. Aufl. Leipzig 1928. — A. Hettner, Europa. Leipzig 1907. — S. von Bubnoff, Geologie von Europa; im Erscheinen begriffen, Berlin seit 1926. — Vgl. auch überall im folgenden die Darstellung von A. Born in Bd. 2 des Handbuches.

[2]) H. Stille, Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924.

gestauchte Landmassen an. Die Folge davon ist in der ganzen Westhälfte ein Aufbau, dessen Streichrichtungen im großen und ganzen von Südwesten nach Nordosten verlaufen.

Die kaledonische Faltung im oberen Silur schuf Paläoeuropa, nämlich das Westskandinavische Hochland, fast die ganzen Britischen Inseln samt Norddeutschland. Der herzynischen Faltung im Mittelkarbon verdankt Mesoeuropa seine Entstehung. Ihm gehören die armorikanischen Gebirge der Iberischen Meseta, der Südwesthalbinsel Englands und von Westfrankreich, sowie die variszischen Gebirge an, die sich vom Innern Frankreichs durch Süd- und Mitteldeutschland bis zur Weichsel hinziehen. Alle diese paläozoischen Faltenzüge waren bereits weitgehend abgetragen und durch Bruchzerstückelung in Schollenland aufgelöst, als nach ersten Ansätzen während der oberen Kreide hauptsächlich im Oligozän und Miozän die letzte, die alpine Faltung einsetzte. Diese girlandenförmig verknüpften Faltenketten Südeuropas besitzen wegen ihres geringen Alters auch heute noch Hochgebirgscharakter. Nach der Totfaltung, im Diluvium und noch später, wirkten sich die gebirgsbildenden Kräfte in Bruchdislokationen gewaltigsten Ausmaßes aus. So entstanden vor allem, von Westen nach Osten fortschreitend, die Einbrüche der Mittelmeerbecken, deren Tiefe stellenweise 4000 m erreicht und selbst überschreitet. Dadurch wurden mancherorts die Faltenketten derartig zerrissen, daß heutzutage die verschiedenartigsten Versuche umstritten werden, die Enden miteinander zu verknüpfen[1]). Auch das Innere von Europa erfuhr bei dieser Gelegenheit neue Bruchdislokation teils durch Wiederbelebung alter, teils durch Aufreißen neuer Spalten.

Hierfür wollte C. Regelmann[2]) die Schubwirkung der Alpenfalten verantwortlich machen. Im Gegensatz dazu betrachtet Sieberg[3]) die Keilwirkung bei der Versenkung der Mittelmeerschollen, namentlich der Ägäischen und der Jonischen, als das gestaltende und ruhestörende Element. Nach ihm streben den von Norden vorrückenden Wellen der Erstarrung des Kontinentes von Südosten und Süden her Wellen der Zertrümmerung, der Beweglichmachung entgegen. Demnach wäre sowohl das tektonische wie das seismische Bild Europas das Abbild der Interferenz beider Wellensysteme der Erstarrung und der Zertrümmerung, ausgenommen den höchsten Norden, wo die niedersinkende Scholle des Europäischen Nordmeeres eine ähnliche, wenn auch im Erfolg ganz erheblich bescheidenere Rolle spielt als das Mittelmeer. In diesen Gedankengang paßt vortrefflich derjenige von W. Deecke, der alles, was zwischen den fundamentalen Kontinentalblöcken des Nordens, Ostens und Afrikas liegt, mit einer Reibungsbreccie im großen vergleicht.

Die Grundzüge von Europas Erdbebentätigkeit geben sich aus Tab. 128 zu erkennen. Dazu ist jedoch folgendes zu bemerken. Weil die Berichterstattung über gefühlte Erdbeben in Europa einer ganz besonders hohen Prozentsatz aller hier vorkommenden Erdbeben umfaßt, kann die alleinige Berücksichtigung der Bebenhäufigkeiten leicht zu dem Trugschluß führen, Europa nehme hinsichtlich der Erdbebentätigkeit die erste Stelle in der Welt ein. Erst das Gesamtbild des makro- und des mikroseismischen Beobachtungsmaterials vermittelt die Erkenntnis, daß und wieweit Europa hinter anderen Weltteilen zurücksteht.

[1]) H. Stille, Über europäisch-zentralasiatische Gebirgszusammenhänge. Göttinger Nachr., math.-phys. Kl., 1928. — Geschichtlicher Rückblick und neue Ausblicke in W. v. Seidlitz, Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer. Berlin 1931.

[2]) C. Regelmann, Über Erdbeben und Herdlinien in Südwestdeutschland. Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1907.

[3]) A. Sieberg, Die Verbreitung der Erdbeben .... 1922.

c) Südsporaden

412 v. Chr. Zerstörung von Astypaläa auf Kos.

554. Zerstörung der Stadt Kos und des Asklepios-Heiligtums durch ein Erdbeben. Dann verheerende Seismische Woge.

1493, August, 18. Zerstörendes Erdbeben auf Kos, besonders zu Antimachia, Naranga, Killi, Funes und Kephalos, sowie auf den Johanniterburgen bei Kephalos und Paläa-Antimachia; einige Tote.

1869, April, 18. Zerstörendes Erdbeben auf Symi, einige Tote. Schäden auf Rhodos und Kalymnos. Bis über Smyrna und Brussa hinaus gefühlt.

1873, Februar, 1. Zerstörendes Erdbeben auf Samos, besonders auf der Osthälfte der Insel; zahlreiche Tote. Weithin gefühlt.

1873, Juni, 2. Auf Nisyros großes Erdbeben, dem die Bildung eines Kraters mit Auswurf von Schlacken folgte. Häufige, zum Teil kräftige Erdstöße bis zum Jahresende.

1882, Mai, 17. Ein Erdbeben auf Karpathos.

1904, August, 11. Zerstörendes Erdbeben auf Samos, besonders zu Chora und Tigani, mit Felsstürzen. Gefühlt bis Athen und Sues. Vgl. Fig. 431.

1926, Februar, 8. Auf Kos Zerstörung von Antimachia. Schwach auf Kalymnos und Rhodos verspürt.

1926, März, 18. Auf der Insel Castellorizo Zerstörungen durch ein Beben, das in Makri und Denisli schwächer, ferner bis Adalia, Syrien, Kairo und Kreta gefühlt wurde.

d) Küsten- und Hellespontinseln

1383, im August. Auf Lesbos zerstörendes Erdbeben, 500 Tote.

1672, Mitte April. Kräftiges Schadenbeben auf Tenedos; das Schüttergebiet reichte bis über Kos und Santorin hinaus.

1845, Oktober, 11. Zerstörendes Erdbeben auf Lesbos, namentlich im Nordwesten. Bis Konstantinopel gefühlt.

1859, August, 21. Auf Imbros zerstörendes Beben mit großem Schüttergebiet, bis über Konstantinopel und Saloniki hinaus gefühlt.

1867, März, 7. Schwere Zerstörungen auf Lesbos, 150 Tote, mit Schüttergebiet bis Konstantinopel, Saloniki und Euböa. Vgl. Fig. 431.

1881, April, 3. Verwüstendes Erdbeben auf Chios, 4181 Tote, besonders auf der Ostseite. Großes Schüttergebiet.

1893, Januar, 28. Schweres Erdbeben auf Samothraki mit Seismischer Woge auf der Nordseite und an der thrakischen Küste. Großes Schüttergebiet.

Kapitel 31

Asien

Sowohl der asiatische Kontinent als auch die zugehörige Inselwelt zählen nach Häufigkeit und Stärke mit zu den Haupterdbebengebieten. Den uralten Kulturen des vorderasiatischen, indischen und ostasiatisch-chinesischen Kreises verdanken wir zahlreiche Erdbebenberichte, die bis in die entlegensten Zeiten zurückreichen. Dagegen sind Erdbeben Inner- und Nordasiens erst für die neuere Zeit bekanntgeworden, zum Teil sogar bloß durch seismometrische Registrierungen. Das vorliegende Beobachtungsmaterial, so lückenhaft es auch ist, gewährt uns wertvolle Aufschlüsse über die Erdbebentätigkeit vor allem jener Gegenden, wo der Schlüssel wichtiger Probleme liegt. Für weite Gebiete spärlichster Besiedlung im Norden muß schon aus dem Aufbau geschlossen werden, daß Erdbeben dort fast keine Rolle spielen.

§ 198. Allgemeiner Überblick. Asiens gedrungene, trapezförmige Masse wird durch den Ural von Europa und durch den 2000 m Tiefe überschreitenden Einbruch des Roten Meeres von Afrika getrennt, obwohl Arabien mit Palästina-Syrien und die vorderindische Halbinsel Dekkan nach tektonischem Aufbau und geologischer Geschichte afrikanischen Charakter zeigen. Anderseits muß zu Asien die ganze Inselwelt des Malayischen und des Ostasiatischen Archipels gerechnet werden, weil sie dem Kontinentalblock angehört und noch im Alttertiär landfest war.

Da Europa im Grunde genommen eine Halbinsel der asiatischen Kontinentalmasse ist, finden sich hüben und drüben verwandte Züge[1]). Den Urkern bildet die Nordasiatische Masse, die allerdings bloß zwischen Jenissei und Lena frei zutage liegt; sonst ist sie mit Tafel- und jungem Schwemmland überdeckt. Vom Ural her, im Turanischen Becken begraben, und vom Sajanisch-baikalischen Gebiete her nach Süden erfüllen paläozoische Faltengebirge ganz Inner- und den größten Teil Ostasiens. Unter dem Einfluß der tertiären Gebirgsbildung erfolgte hier weitgehende Bruchdislokation und Auflösung in Schollenland, die ihren Höhepunkt am Baikalsee und in den gewaltigen Beckenlandschaften Innerasiens erreichte, während Ostasien staffelförmig gegen den Pazifischen Ozean niederbrach. Die tertiären Faltengebirgsstränge des Mediterranen Kreises durchziehen den Süden des Kontinents von Kleinasien und dem Kaukasus her[2]), scharen sich im Pamir, setzen sich im Himalaya nach Hinterindien fort und erfüllen die Sundainseln. Weite Gebiete dieses jungen Faltungslandes, namentlich Kleinasien, Armenien und Iran im Westen, die Sundainseln im Osten wurden nach der Totfaltung durch Bruchdislokation in ein Gewirr von Hoch- und Tiefschollen umgestaltet. Im Süden brandeten die Tertiärfalten an einer alten, starren Kontinentalscholle, die E. Suess als Gondwanaland bezeichnet hat. Als Rest des im Indischen Ozean versinkenden Gondwanalandes sind in Asien die Halbinseln Dekkan und Arabien erhalten geblieben. In den östlichen Sundainseln stoßen die Tertiärfalten des Mediterranen Kreises auf diejenigen des Zirkumpazifischen Kreises. Von diesen Faltenketten ist das meiste durch jüngere Bruchdislokation im Pazifischen Ozean und seinen Randmeeren verschwunden, so daß bloß die Ostasiatischen Inselreihen als zum Teil vielfach zerbrochene Horste den Fluten entragen. Die als Gräben bezeichneten Tiefseerinnen an der Außenseite der ganzen asiatischen Inselwelt und gleichzeitig des Kontinentalblocks zählt Sieberg[3]) im Hinblick auf deren Erdbebentätigkeit mit zu den gewaltigsten Verwerfungen, die wir überhaupt auf der Welt kennen.

Über die Grundzüge von Asiens Erdbebentätigkeit gibt Tab. 147 Aufschluß. Sie läßt die starre Masse des Nordens sowohl wie das Innere der Halbinseln Arabien und eines Teiles von Dekkan frei. Die übrigen Abschnitte des Kontinentes weisen Beben aller Art auf, darunter auch recht zahlreiche Großbeben, während Weltbeben spärlich auftreten. Im Süden werden die Großbeben schon mehr durch Mittelbeben ersetzt, zu denen sich infolge des dichteren Stationsnetzes bekanntgewordene Kleinbebenherde gesellen. Ganz besonders lebhaft gestaltet sich aber die Erdbebentätigkeit in der gesamten Inselwelt sowie in den zwischengelagerten Meeresbecken und vor allem in den vorgelagerten Tiefseegräben. Besonders in letzteren wimmelt es geradezu von Groß- und Weltbeben-

[1]) W. Sievers, Asien, 2. Aufl. Leipzig 1904. J. W. Gregory, The structure of Asia. London 1929.

[2]) Vgl. auch H. Stille, Über europäisch-zentralasiatische Gebirgszusammenhänge, Göttinger Nachr., math.-phys. Kl., 1928.

[3]) A. Sieberg, Die Verbreitung der Erdbeben . . . l. c.

herden. Abgesehen von den Philippinen und vielleicht von einzelnen Gegenden Javas ist nichts bekannt, was auf Einsturzbeben schließen ließe. Ausbruchsbeben sind auf der ganzen Kontinentalmasse gleichfalls recht selten, spielen aber in der gesamten Inselwelt eine um so erheblichere Rolle.

§ 199. Die Nordasiatische Masse umfaßt den ganzen Norden des Kontinentes vom Ural und dem Kaspischen Meer bis zum Balkasch- und Baikalsee sowie den Gebirgen Ostasiens. Allergrößte Bodenruhe zeichnet diesen weiten Erdraum aus.

a) Der Aufbau[1]). Den ältesten Bestandteil nicht allein Asiens, sondern der ganzen Welt bildet die Sibirische Masse, eine 300—1000 m hohe Hochfläche aus algonkisch gefaltetem Archaikum zwischen Jenissei und Lena. Östlich davon dehnt sich paläozoisch gefaltetes Tafelland aus. Im Westen aber ist die junge Senke des Turanisch-westsibirischen Tieflandes mit jungem Schwemmland erfüllt.

b) Die Erdbebentätigkeit[2]) bleibt vollständig auf die südlichen Randgebiete beschränkt. Die ebenso seltenen wie schwachen Erdstöße, die aus jener Zone bekannt sind, entstammten nachweislich mittelasiatischen Herden. Jedenfalls konnten bis jetzt Erdbebenherde weder makroseismisch noch mikroseismisch nachgewiesen werden. Lediglich im Bruchfeld der Nordenskiöldsee, das zwischen Chatanga- und Lenamündung auch auf den Kontinent übergreift, hat E. Tams[3]) vier Mittel- bis Großbebenherde instrumentell gefunden: zwei davon liegen submarin zwischen Kap Tscheljuskin und den Neusibirischen Inseln, die beiden anderen in der Chatangabucht und am Unterlauf des Olenek.

§ 200. Das baikalisch-sajanische Schollenland umgibt hufeisenförmig den Süden der alten Masse. Bruchdislokation zum Teil gewaltigen Maßes ruft zahlreiche Beben schwerster Art hervor. Einsturzbeben sind nicht bekannt, Ausbruchsbeben bloß ganz vereinzelt.

a) Der Aufbau[4]) zeigt Rümpfe kaledonisch gefalteter Gebirge, so die Ketten der Kirgisensteppe, von Tarbagatai, Altai, Changai, Tannu-ola, Sajanischem Gebirge und Jablonoigebirge. Unter dem Einfluß der tertiären Gebirgsbildung kam es zu ausgedehnter Bruchdislokation. Vor allem entstand durch Scharung zweier Gräben das Riesenbecken des Baikalsees, des tiefsten Binnensees der Erde; denn sein Spiegel liegt 462 m über dem Meere, der bisher ermittelte tiefste Punkt des Grundes 1313 m unter dem Meere. Südöstlich davon bildete sich ein ganzes System von rostartig nebeneinander gelagerten Gräben und Horsten, aus deren Rändern sich eruptive Massen ergossen. Die wichtigsten unter diesen baikalisch streichenden Gräben sind der Uda-Witim-Graben an der unteren Sselenga mit den beiden jüngst erloschenen Vulkanen Obrutschew und Muschketow, der sehr große Chilokgraben und die kleineren Gräben am Unterlauf des Ingodo, an der Schilka und am Argun. Auch in der Wüste Gobi, deren alte Falten nur als niedere Berg- und Hügelreihen aus dem alles verhüllenden Schutt emporragen, spricht mancherlei für das Vorhandensein von Gräben und Senkungszonen. Im Süden, wo die baikalische Richtung zur sajanischen umbiegt, entstanden kleine

[1]) W. A. Obrutschew, Geologie von Sibirien, Fortschr. d. Geol. u. Paläont., Heft 15, Berlin, 1926.

[2]) Hauptquelle für ganz Nord- und Innerasien sind der Erdbebenkatalog von Muschketow-Orlow sowie die Jahresberichte in den Sitzungsberichten der Ständigen Russischen Erdbebenkommission in St. Petersburg.

[3]) E. Tams, Erdbeben im Gebiet der Nordenskiöld See, Beitr. z. Geophys., 17, 1927.

[4]) E. Suess, Das Antlitz der Erde, III. Band.

Tabelle 147

Die Erdbebentätigkeit Asiens (Charakterklassen S. 590)

Tektonische Provinz	Mittlere Jahreshäufigkeit der Erdbeben: gefühlt	Mittlere Jahreshäufigkeit der Erdbeben: gefühlte schwere	Mittlere Jahreshäufigkeit der Erdbeben: registrierte schwere	Zahl der Herde	Höchste Charakterklasse (* vereinzelt)
Nordasiatische Masse samt Nordenskiöld-See	1–2	?	0,2	5	4–5
Baikalisch-sajanisches Schollenland	40–50	4–5	4	20	5–6*
Innerasiatische Bruchbecken	75	2–3	4–5	30	5–6*
Arabische Tafel samt Rotem Meer	vereinzelt	ganz vereinzelt	?	10	4*–5*
Palästinensisches Schollenland	2–5	0,1	?	15	4–5
Syrisches Schollenland	2–5	0,1	?	15	4–5
Mesopotamien	vereinzelt	ganz vereinzelt	?	8	4 ?
Kleinasiatisches Schollenland	20–25	1	0,6	40–45	5
Armenisches Schollenland	25–30	3	3	50	5
Kaukasus	5–10	vereinzelt	?	10	4
Iranisches Schollenland	25–30	1	3	30	4–5*
Ostiranische Randketten	10–15	1	0,3	15	4–5
Tibetisches Hochland	?	?	0,2	1	5*–6*
Himalaya mit Randbruch	20–25	2	0,6	10	5–6
Indo-gangetische Niederung	10	0,5	0,1	5	5
Gudscharat und Sind	5–10	0,2	0,1	8	5–6*
Dekkan-Rumpfscholle mit Ceylon	2–3	0,1	0,1	16	4*
Assam-Schollen	10	0,3	0,2	4	6
Hinterindische Ketten	10	0,2	0,4	9	5–6*
Südchinesisches Staffelland	40–50	2	2	109	5–6
Mandschurisch-ochotskisches Staffelland	3	?	1	5	5
Andamanen und Nikobaren	5–10	ganz vereinzelt	0,5	4	5–6*
Borneo-Masse	4	0,2	0,2	6	2–3
Sumatra	75	2	1,5 (Sumatra und Mentawei-Graben zusammen)	9	5–6
Mentawei-Graben	?	?		18	5–6
Java	90–100	1	1 (Java und Sunda-Graben zusammen)	35	5
Sunda-Graben	?	?		15	5–6
Kleine Sundainseln	20–25	0,3	0,1	20	5–6*
Sunda-See	?	?	0,1	2	5
Banda-See	?	?	1	12	5–6
Molukken	35–40	0,3	0,1	16	5–6*
Molukken-See mit Sangir- und Talaut-Inseln	10–20	0,5	0,4	10	6
Celebes	60–70	1	1	10	5–6*
Celebes-See	?	?	0,4	8	5–6
Makasser-Straße	?	?	0,1	5	5–6
Mindanao	50	0,7	1	25	5–6*
Mindoro und Visayasinseln	40	0,3	1	35	4–5
Luzon	60	0,7	1	50	5–6
Philippinen-Graben	?	?	2	15–20	5–6

Tabelle 147
Die Erdbebentätigkeit Asiens (Fortsetzung)

Tektonische Provinz	Mittlere Jahreshäufigkeit der Erdbeben			Zahl der Herde	Höchste Charakterklasse (* vereinzelt)
	gefühlt	gefühlte schwere	registrierte schwere		
Sulu-See	?	0,1	0,1	5	5—6
Formosa mit Meer	75	2	2	15	4—5*
Riu-kiu	40—50	?	0,5	3	5
Kiuschiu	50	0,3	1	11	4—5*
Schikoku und Seto-Utschi	50	0,7	1,5	8	5*—6*
Chiugoku	25—30	0,2	0,5	7	4—5*
Zentral-Nippon	150	1	1	7	5—6*
Nord-Nippon mit Fossa magna	350	2	2	33	5—6*
Hokkaido	40	0,4	1	8	4*—5*
Japan-Graben	?	?	5	26	5—6
Sachalin	1—2	ganz vereinzelt	0,1	3	4—5*
Kurilen	?	?	0,7	3	5
Kamtschatka mit submariner Rinne	10—20	1	0,8	11	5—6
Insgesamt	1700	35—40	50	850—900	
	stark abgerundet				

meridional verlaufende Brüche, wie derjenige des Sees Kossogol. Sajanisch streichende Brüche erfüllen vor allem das gewaltige Seental zwischen den Gebirgen Tannu-ola, Changai und Altai, darunter die Gräben des Ubsanor, Argunor, Atschitnor, Durganor und des Dsapschyn. Der östliche Changai bricht staffelförmig nach Süden ab. Zwischen Altai und Tarbagatai ist der große Irtyschgraben eingesenkt. Beide Gebirge sind auf der Südseite durch gewaltige Staffelbrüche gegen das gewaltige Senkungsbecken der Dschungarei begrenzt.

b) Die Erdbebentätigkeit (Tab. 148, Fig. 432) wird infolge der kulturellen Verhältnisse bloß zu einem verschwindenden Teile bekannt[1]); selbst vom Vorkommen mancher Großbeben gaben lediglich die seismometrischen Registrierungen Kunde.

Tabelle 148
Wichtigere Erdbeben der Baikalisch-sajanischen Länder

1700, im Sommer. Kräftiges Erdbeben zu Nertschinsk.

1720, Dezember, ? Bei Mörgön in der nördlichen Mandschurei drei Erdbeben. Ihnen folgte bald darauf, Anfang 1721, im benachbarten Vulkangebiet Ujun-Choldongi ein Ausbruch, der innerhalb mehrerer Monate einen 240 m hohen Schlackenkegel aufbaute. Ein neuer Ausbruch 1722 schuf nahebei einen 45 m hohen Kegel.

1771, August, 8. Im Sselengadelta zerstörendes Erdbeben, vor allem zu Possolsk. Gefühlt bis Kjachta und Balagansk.

[1]) Vgl. auch P. Krcmarik, Die Erdbeben des Baikalgebietes. Nikolsburg, 1905.

1779, August, 1. Schadenbeben in Irkutsk und Umgegend; bis Balagansk und Sselenginsk gefühlt.

1783, Januar, 17. Schadenbeben in Barnaul, weithin im Altai und am Irtysch gefühlt.

1806, August, 8. Zerstörendes Erdbeben in Krasnojarsk. Der Jenissei warf Wellen aufs Land.

1814, September, 3. Zu Tunkinsk zerstörendes Beben, kräftige Schäden in Schimki.

1820, März, 7. Abermals zerstörendes Erdbeben in Tunkinsk, Schäden in Turansk. Am letztgenannten Orte dämmte ein Bergsturz den Irkut ab.

1824, September, 2. In Nertschinsk ein kräftiges Erdbeben.

1828, August, 17. Ein Schadenbeben in Kultuk.

1829, März, 8. Zerstörendes Erdbeben in Irkutsk mit Bergsturz am Irkut; Schäden bis Schimki und Turansk. Gefühlt bis Nischne-Udinsk und Nertschinsk. Zahlreiche Nachbeben.

1856, April, 12. Zerstörendes Beben am Gussinoje-osero (Gänsesee), dessen Eisdecke zerbrach; in Sselenginsk Schäden.

1861, Juni, 23. Ein kräftiges Erdbeben rief Seismische Wogen auf dem Gänsesee hervor.

1862, Januar, 10. Schweres Erdbeben in der Zagansteppe östlich des Sselengadeltas, mit Uferabbruch von 260 qkm. Das Zerstörungsgebiet reichte bis Kabansk und Urik bei Irkutsk, das Schadengebiet bis über Werchne-Udinsk, Sselenginsk und Irkutsk hinaus. Gefühlt bis Urga und Nertschinsk.

1871, März, 4. Im Sselengadelta schweres Erdbeben, besonders an der Bolscherjebucht, zu Possolsk und zu Kabansk. Bis über Tulun hinaus gefühlt.

1898, Juni, 19. Kräftiges Schadenbeben zu Kusnezk, gefühlt bis Barnaul und Tomsk.

1902, April, 12. Schadenbeben zu Murinsk und Snjeshnaja.

1903, März, 12. Erdbebenzerstörungen leichterer Art in Kusnjezk, Schäden bis Titowo und Biisk, großes Schüttergebiet.

1903, Mai, 16. In Minussinsk Schadenbeben.

1904, September, 28. Kräftiges Schadenbeben zu Perejemnaja, Tankhoj und Umgegend, mit großem Schüttergebiet. Am zuletzt genannten Ort großer Uferabbruch und Spaltenbildungen. Heftiges Seebeben auf dem Baikalsee, auf Dampfern und von Tauchern in 8 m Wassertiefe verspürt, wobei der Wasserspiegel unbewegt blieb. Fische, die bloß in großen Wassertiefen vorzukommen pflegen, trieben in großen Mengen tot an der Oberfläche.

1905, Juli, 9. und 23. Schwerste Erdbebenzerstörungen und Felsstürze im östlichen Tannu-ola zwischen Lutschnaja Gora und Bisebirelty. Weites Schadengebiet. Das riesige Schüttergebiet ließ sich bis zur Angaramündung und Bobrowsk am Irtysch nachweisen.

1905, September, 9. Zu Tunkinsk kräftiges Schadenbeben.

Hauptherdgebiet ist der Doppelgraben des Baikalsees; eine Sage berichtet sogar, dort seien in alter Zeit Völker durch Erdbeben aus ihren Wohnsitzen vertrieben worden. Von seinen mindestens fünf Großbebenherden gehören vier dem Südgraben an, dessen landfeste Fortsetzung überdies den Großbebenherd von Tunkinsk birgt. Am regsten betätigten sich die Herde des Sselengadeltas, sowie die Mittelbebenherde vom Gänsesee-Sselenginsk im Uda-Witimgraben und bei Kjachta im Chilokgraben. Im Jablonoigebirge sind Kleinbebenherde in der Gegend von Tschita und von Nertschinsk zu suchen. Die südliche Verlängerung der Nertschinsker Störung trifft auf das nordmandschurische Vulkangebiet Ujun-Choldongi bei Mörgön, unweit der Kyrylunmündung in den Kulunsee, das

unter Erdbeben 1721—22 tätig[1]) war. Ein Weltbebenherd befindet sich im östlichen Tannu-ola zwischen Lutschnaja-Gora und Bisebirelty, vermutlich in der Fortsetzung des Ubsanorgrabens. Der Jenisseihorst weist zwei Herde auf, bei Kansk und bei Krasnojarsk; trotz Zerstörungen am zuletzt genannten Ort scheint Mittelbebencharakter nicht erreicht zu werden. Die Schäden zu Minussinsk und Abakansk rühren von einem Mittelbebenherd her. Der Mittelbebenherd von Kusnezk am Tom deutet darauf hin, daß auch die Synklinale des dortigen Kohlenbeckens von Bruchdislokationen betroffen worden ist. Die hierdurch hervorgerufenen Schäden reichen bis zum benachbarten Herdgebiet am Ob, das nicht weit von Barnaul liegen dürfte. Der Mittelbebenherd von Syrjanowsk am Horst des Narymskigebirges leitet hinüber zum Irtyschgraben, der bei Ust-Kamenogorsk und bei Semipalatinsk träge Herde harmloser Erdbeben aufweist.

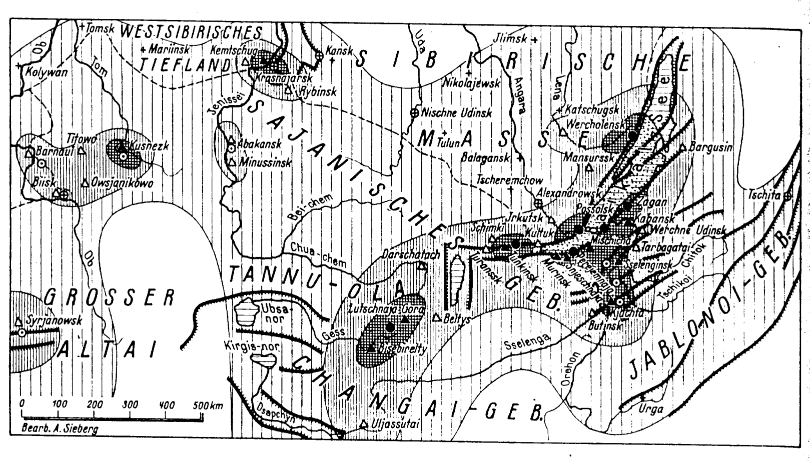


Fig. 432
Die Erdbebentätigkeit der baikalisch-sajanischen Länder

§ 201. Die innerasiatischen Gebirgsländer umfassen die 1700 km breite Landfläche von der Dschungarei bzw. dem Ala-tau bis zum Tibetischen Hochland. Auch hier erlitten alte Faltenketten in junger und jüngster Zeit außerordentlich weitgehende Bruchzerstückelung, so daß hier trotz unzulänglicher Berichterstattung sehr viele Herde schwerer Erdbeben festgestellt sind.

a) Der Aufbau[2]) wurde angelegt durch W—O streichende Faltengebirge paläozoischer Entstehung, die von Norden nach Süden an Alter abnehmen. Durch die tertiäre Gebirgsbildung, die den Himalaya schuf, wurden sie ohne

[1]) J. K. Wissloucн, Der vulkanische Bezirk Ujun-Choldongi in der nördlichen Mandschurei. In russischer Sprache, Investiya Russ. Geogr. Ges. 47. 1911.

[2]) K. Leuchs, Zentralasien, Handb. d. Region. Geol., Heft 19. 1916. — M. Friederichsen, Forschungsreise in den zentralen Thian-Schan und dsungarischen Alatau 1902. Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, 20. 1904. — W. A. Obrutschew, Das Kalbinskigebirge im westlichen Altai in orographischer und geologischer Beziehung. Peterm. Mitt. 1913. — G. Merzbacher, Die Gebirgsgruppe Bogdo-Ola im östlichen Thian-Schan. Abh. Bayer. Akad. d. Wiss., math.-phys. Kl., 27. München 1916. — F. Machatschek, Landeskunde von Russisch-Turkestan. Stuttgart 1921. — D. J. Muschketov, Geological Map of Central Asia. St. Petersburg, 1928.

Rücksicht auf den Faltenverlauf durch Bruchdislokationen in größtem Umfang zertrümmert und in ein Haufwerk von Einbruchsbecken und Horsten aufgelöst; sogar im Quartär betätigten sich diese Bewegungen noch lebhaft.

Zwischen dem Einbruchsbecken der Dschungarei und dem Graben des Issykkul erhebt sich bis zu 5000 m Höhe das Schollengebirge des Ala-tau mit dem Iligraben. Südlich vorgelagert ist der devonisch gefaltete Thian-schan (Chan-tengri 6950 m), der im Westen fächerförmig auseinander strebt. Auch er erfuhr weitgehende Bruchzerstückelung, vor allem durch die Becken von Ferghana, Kasch-Kunges, Yuldus und Pritian-schan. An stark mit Querbrüchen

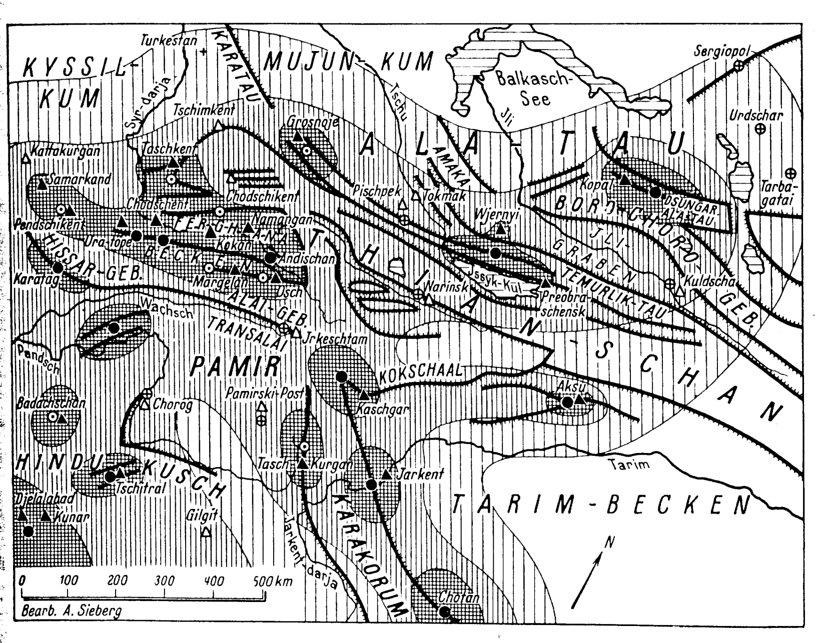


Fig. 433
Die Erdbebentätigkeit Innerasiens

vergesellschafteten Längsbrüchen sinkt der Rand des Gebirges zum ungeheueren tertiären Bruchfeld des Tarimbeckens ab. Der Südrand des Alai wird vom Pamir gleichfalls durch Bruch getrennt, seine ganze Nordhälfte senkt sich staffelförmig gegen das Ferghanabecken ab. Auch der mittlere und östliche Thian-schan bricht in Staffeln zum gewaltigen Tertiärbecken der Dschungarei nieder; außerdem ist der ganze Nordrand durch Gräben und Horste zerhackt. Der Peschan im Osten ist ein Horst.

Von untergeordneter Bedeutung, obwohl auch in ihnen Bruchtektonik eine große Rolle spielt, sind für uns der Kwen-lun, der ganz Mittelasien bis zum 113. Längengrad durchquert und von dem viele Ketten 5—6000 m, die Przewalskikette über 7000 m erreichen, sowie das Tibetische Hochland (4000—5000 m).

b) Die Erdbebentätigkeit (Tab. 143, Fig. 433), soweit wir von ihr Kenntnis haben, bleibt auf den Nordwestabschnitt Innerasiens einschließlich der Abbrüche gegen das Tarimbecken beschränkt. Aus den übrigen Gebieten liegen

erst ganz vereinzelte Ergebnisse seismometrischer Registrierungen vor, von denen wir allerdings für die Zukunft noch manche wertvollen Aufschlüsse erwarten dürfen.

Tabelle 149

Wichtigere Erdbeben Innerasiens

1716. Fast gänzliche Zerstörung von Aksu.
1868. Februar, 4. Zerstörendes Erdbeben in Taschkent, 15 Tote. Geringere Schäden in Chodschent. Zahlreiche Nachstöße in Taschkent.
1887, Juni, 9. Wjernyi zu zwei Dritteln zerstört; gegen 800 Tote. Zahlreiche Bergstürze töteten angeblich 1000 Kirgisen. Wiederholung am 16. Dezember.
1896, im Sommer. Zerstörendes Erdbeben in Tasch-Kurgan. Weithin im Thian-Schan gefühlt.
1902, August, 22. Zerstörungen in Kaschgar, drei Dörfer in der Nähe fielen dem Erdbeben zum Opfer. Nicht unbedeutende Verluste an Menschenleben. Zahlreiche Nachstöße.
1902, Dezember, 16. Zerstörung von Andishan und zahlreichen Dörfern; mehr als 4500 Tote. Bodenspalten, Erdrutschungen und unbedeutende Bergstürze.
1905, September, 26. Heftiges Erdbeben bei Chotan.
1906, März, 2. Schweres Erdbeben in der Gegend von Jarkent.
1906, Dezember, 22. Zerstörendes Erdbeben in Kopal mit weitem Schüttergebiet.
1907, September, 15. In der Gegend von Osch zerstörendes Erdbeben.
1907, Oktober, 21. Schwere Zerstörungen mit Felsstürzen zu Karatag und Kafiringan, geringere zu Samarkand und Pendschikent, Schäden zu Kattakurgan sowie bis Taschkent und Buchara hin. Im ganzen etwa 12 0000—15 000 Tote.
1908, Januar, 31. Zerstörendes Beben besonders zu Grosnoje; schwere Schäden in Aulie Ata.
1911, Januar, 4. Schweres Erdbeben im nördlichen Thian-Schan zwischen Wjernyj und dem Issyk-Kul, 450 Tote. Zahlreiche Bodenumgestaltungen größten Ausmaßes.
1924, Januar, 4. Zerstörung von Ura-töpe und zwei Nachbardörfern; 83 Tote. Erhebliche Bodenspalten.

Einen ganz besonderen Reichtum an Mittel- und Großbebenherden weist das vom Syr-darja durchflossene Ferghanabecken auf; Taschkent, Namangan, Osch, Margelan, Chodschent, Ura-töpe, Samarkand und Kattakurgan, vor allem aber Andischan[1]) werden in der Erdbebenliteratur häufig genannt. Berüchtigte Großbebenherde liegen auch auf dem Hissarbruch bei Karatag und auf der Pandschstaffel. Dem Herd von Irkeschtam auf dem Alaisüdbruch scheint keine besondere Bedeutung zuzukommen. Im Thian-schan gehören dem Horst der Alexanderkette die Herde von Grosnoje und von Pischpek-Tokmak an. Besonders lebhaft betätigt sich der Großbebenherd von Wernyi[2]), der nördlich vom Issyk-kul auf dem Abbruch des Kungei-Ala-tau-Horstes gegen den Transilensischen Ala-tau zu suchen ist. Verhältnismäßig harmlos verhält sich der Kuldschaherd im Iligraben, während der Abbruch des Ala-tau gegen die Dschungarei bei Kopal wieder einen Großbebenherd trägt. Die Brüche des Tarbagataigebirges besitzen bloß untergeordnete Herde, so bei Sergiopol, Urdschar und

[1]) Th. Tschernyschew, M. Bronnikow, V. Weber und A. Faas, Das Erdbeben von Andishan am 3./16. Dezember 1902. Mém. Comité Geol., N. S., Nr. 54, 51. Petersburg, 1910.

[2]) J. Muschketoff, Das Erdbeben von Vernyi vom 28. Mai 1887. Mém. Comité Géol., X. St. Petersburg, 1890. — Ch. Bogdanovitch, J. Kark, B. Korolkow und D. Mouchkétow, Tremblement de terre du 22 décembre 1910 (4 janvier 1911) dans les districts septentrionaux du Thian-chan. Ebenda, N. S., Nr. 89. St. Petersburg, 1914.

Tarbagatai. Aus dem Innern des Thian-schan ist ein Herd bei Narynsk bekannt. Herde schwerer Erdbeben weisen die Randbrüche des gewaltigen Tarimbeckens auf. Außer den Großbebenherden bei Kaschgar[1]), Aksu, Jarkent und Chotan wurde seismometrisch ein weiterer nahe dem Ostende unter rund 95° ö. Gr. ermittelt.

§ 202. Die vorderasiatische Tafel mit Arabien, Palästina, Syrien und Mesopotamien bildet auf asiatischem Boden ein Stück der gewaltigen Saharatafel, das im Jungtertiär durch den Einbruch des Roten Meeres von Afrika getrennt wurde und im Osten an die tertiären Faltengebirge stößt. Trotz großer Bebenarmut weiter Gebiete weisen jene Gegenden, deren Landschaftsformen weitgehende Bruchdislokation erkennen lassen, eine viel stärkere Erdbebentätigkeit auf als bisher geglaubt wurde; selbst Großbeben gehören keineswegs zu den Seltenheiten. Einzelne vulkanische Ausbruchsbeben sind überliefert und Einsturzbeben möglich, wenn auch noch nicht nachgewiesen. Das Gesamtbild zeigt, daß der Einbruch des Levantinischen Mittelmeerbeckens, der wiederum mit den Einbrüchen des Roten Meeres und des Persischen Golfs in engstem Zusammenhang steht, die Erdbebentätigkeit bis ins Einzelne bestimmt hat.

a) Der Aufbau[2]). In dem von der Karpasohalbinsel Cyperns herüberreichenden Amanusgebirge auf der Südseite des Alexandrettegolfs branden die steinernen Wogen jüngster Faltung an einer alten, starren Scholle. Diese ist in Syrien-Palästina von Kalktafeln bedeckt, denen sich stellenweise Sandsteine zugesellen. Mit 100 m hohem Steilrand bricht das syrische Steppenplateau bei Akabat el-Higasije gegen die arabische Sandebene ab. Jedoch tritt der kristalline Kern im Süden der Sinaihalbinsel sowie vor allem in den westlichen, die Küstenebene um 2000—3000 m überragenden Randgebirgen der Arabischen Halbinsel, die an Brüchen zum Roten Meer absinken, frei zutage. Innerarabien nimmt das Hochplateau des Nedjed mit 700—1200 m Höhe ein. Der alpinen Gebirgsbildung gegenüber verhielt sich die vorderasiatische Tafel starr bis auf die Randgebiete, wo ein schmales Übergangsgebiet im Nordwesten leicht gewellt, alles übrige weitgehend zerbrochen, gehoben und gesenkt wurde; diese Bruchtektonik klärte Blanckenhorn weitgehend. So entstand zwischen den als Gräben zum Teil sehr tief versenkten Längsbrüchen des Roten Meeres und des Persisch-Omanischen Golfs sowie dem Querbruch des Golfs von Aden der Horst der Arabischen Halbinsel[3]). Auf den zum Teil staffelförmigen Bruchschollen des Hedschas brachen die vulkanischen Harras durch, die zum Teil noch in geschichtlicher Zeit tätig gewesen sind; auch bei Aden befinden sich junge Vulkanruinen. Die Sinaihalbinsel wird begrenzt von den Gräben der Golfs von Sues und von Akaba. Letzterer, ein Nord-Süd-Bruch, entwickelt sich nach Siebergs Ansicht bei Luxor aus dem Niltal und setzt sich auf asiatischem Boden rund 1000 km weit in dem Großen Syrischen Graben[4]) fort. Teilabschnitte des letzteren bilden das Wadi el-Araba,

[1]) K. v. Lisakowski, Das Erdbeben von Kaschgar vom 9./22. August 1902. Das Weltall, 4. 1902.

[2]) M. Blanckenhorn, Syrien, Arabien und Mesopotamien. 17. Heft, Handb. d. Region. Geol. Heidelberg 1914. — Derselbe, Geologie Palästinas nach heutiger Auffassung. Zeitschr. Deutsch. Palästina-Ver. 1931. — E. Krenkel, Geologie Afrikas. I. Teil. Berlin 1925. — W. v. Seidlitz, Diskordanz und Orogenese . . . am Mittelmeer, l. c.

[3]) B. Moritz, Arabien, Studien zur physikalischen und historischen Geographie des Landes. Hannover 1923.

[4]) W. v. Seidlitz, Grabentäler und Bruchzonen in Mitteleuropa und Vorderasien. C. R. XV. Int. Geol. Congr., Südafrika 1929.

das Tote Meer mit dem Jordantal oder Rôr (Fig. 434), zwischen dem Libanon und dem Antilibanon die Bikaa[1]), die Senke von Homs, das Rab und der Maraschgraben. Dazu gesellen sich Querbrüche, von denen die Jesreelebene[2]) und in ihrer Fortsetzung das gewaltige Wadi Sirhan Transjordaniens, das Kebirtal sowie der von Cypern herüberstreichende Orontesgraben bei Antakije die bekanntesten sind. Zahlreiche Vulkangebiete, so Dscholan, Nukra und Ledscha zwischen dem Tiberiassee und dem Hauran, begleiten vor allem den Ostrand des Syrischen Grabens. In Mesopotamien, dem weiten Stromland von Euphrat und Tigris, brechen die oberkretazischen, eozänen und miozänen Schichten des nordsyrischen Tafellandes staffelförmig gegen Südosten und zum Persischen Meerbusen ab. Auf der Linie von Hit am Euphrat bis Beled am Tigris setzt das Oberland mit einem 100 m hohen Steilrand[3]) gegen das Unterland ab. Letzteres ist mit jungen

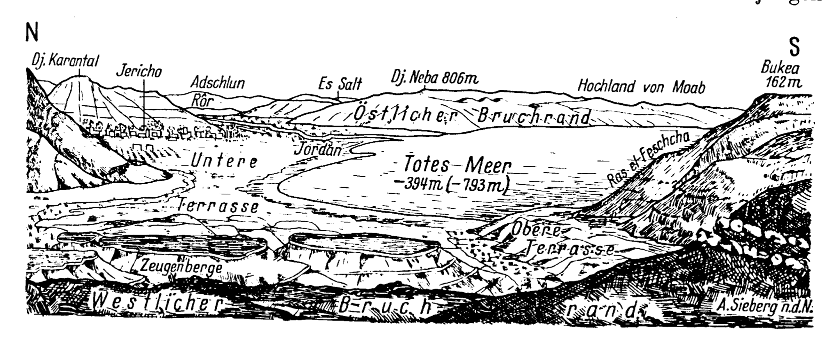


Fig. 434
Das Tote Meer mit dem Jordangraben (Rôr)

Anschwemmungen der beiden mesopotamischen Flüsse, mit Schlamm und Sand erfüllt. Das Delta schiebt sich, jedenfalls infolge fortschreitender Senkung des Persischen Golfs, ungewöhnlich schnell gegen das Meer vor.

b) Die Erdbebentätigkeit. Das umfangreiche Beobachtungsmaterial ist in zahlreichen Schriften zerstreut und erfordert sehr kritische Durcharbeitung. Letzteres gilt auch für den noch recht unvollständigen Erdbebenkatalog für Palästina-Syrien von G. L. Arvanitakis[4]), auf den sich B. Willis[5]) größtenteils stützt. In neuerer Zeit beschäftigt sich das Libanon-Observatorium zu Ksara[6]) eingehend mit Erdbeben der dortigen Gegend. Das von Sieberg nach Studien im Lande abgeleitete Bild der Erdbebentätigkeit unterscheidet sich zum Teil grundsätzlich von den bisherigen Anschauungen, die mehr auf Grund von theoretischen Überlegungen als an der Hand des Beobachtungsmaterials gewonnen worden waren.

[1]) C. Diener, Libanon, Grundlinien der physischen Geographie und Geologie von Mittelsyrien. Wien 1886. — G. Zumoffen, S. J., Géologie du Liban. Paris 1926.

[2]) L. Picard, Zur Geologie der Kischonebene. Zeitschr. Deutsch. Palästina-Ver., 1928. — Derselbe, Zur Geologie der Besanebene. Ebenda 1929.

[3]) E. Banse, Der arabische Orient. Leipzig 1910.

[4]) G. L. Arvanitakis, Essai sur le climat de Jérusalem. Bull. Inst. Égyptien. Cairo 1903.

[5]) Bailey Willis, Earthquakes in the Holy Land. Bull. Seismol. Soc. of America, 18. 1928.

[6]) R. P. Berloty S. J., Annalen des Observatoriums in Ksara (Libanon), Section Séismologique.

Tabelle 150

Wichtigere Erdbeben der Arabischen Halbinsel

497. In Arabien sehr große Erdbeben.

631. Erdbeben in Arabien, vieileicht im Zusammenhang mit den vulkanischen Ausbruchserscheinungen bei Kheiber im gleichen Jahre.

640. Einem in Arabien weiter ausgebreiteten Erdbeben, das in Medina und Umgegend besonders kräftig auftrat, folgten vulkanische Ausbruchserscheinungen bei Suarikije.

867. Ein kräftiges Erdbeben mit Felssturz zu Mekka.

Wahrscheinlich **10. Jahrhundert**, gegen Ende. Ausbruch der Harra Er-Rifa, nordwestlich von Jembo.

Ende **1121** oder Anfang **1122.** Ein Erdbeben beschädigt die Hauptmoschee zu Mekka.

1166. Lavaerguß bei Medina nach vorbereitenden Erdbeben.

1253. Großer Vulkanausbruch bei Aden. Erdbeben sind nicht erwähnt, dürften aber nicht gefehlt haben.

1256, Anfang Juli. Einer Reihe von Erdstößen zu Medina, die am 6. Häuser zum Einsturz brachten, folgte am gleichen Tage im benachbarten Wadi Scheta ein Vulkanausbruch. Seine Wolke blieb fünf Tage lang sichtbar; ein Lavaerguß erfüllte die Täler der Nachbarschaft.

1400, Februar, 20. Erdbeben in Yemen mit Zerstörung von Städten in der Gebirgsgegend.

1631, im Juli. Ein Erdbeben, das auch in Medina gefühlt würde, zerstörte zu Mekka Häuser und eine Moschee.

1845, Oktober, 31. Aus dem Gipfelkrater des Inselvulkans Tair im südlichen Roten Meer stieg weißer Rauch auf.

1846, August, 14. Auf dem Roten Meer geriet ein Schiff durch Seebeben in Gefahr.

1884, Anfang März. In der Gegend von Maskat und Nedjed zerstörte ein Erdbeben neun Dörfer; gewaltig klaffende Bodenrisse. Weithin am Persischen Meerbusen gefühlt.

Die Erdbebentätigkeit der *Arabischen Halbinsel* (Tab. 150) hatte bis jetzt keine Beachtung gefunden; um so mehr überrascht das neue Bild (Fig. 435). Nicht die Längsspalten des Roten Meeres, die sich aus einem System paralleler Staffelgräben und Staffelhorste zusammensetzen, beherbergen die Hauptherde, sondern SW—NO verlaufende Querbrüche. Für die ganze Nordhälfte des Hedschas sind keinerlei Erdbebenberichte bekannt geworden. Erst Medina meldet schwere Beben, die zum Teil vulkanische Ausbruchsbeben in den benachbarten Harras waren; jedoch ist auch ein submariner Großbebenherd tätig. Ein weiterer Großbebenherd im Roten Meer, nahe der tiefsten Einsenkung von mehr als 2350 m, beeinflußt Mekka, wo hin und wieder Zerstörungen eintraten. Hier handelt es sich um Verwerfungsbeben. Ein Mittelbebenherd liegt irgendwo im Jemen, vermutlich auf dem Gebirgsabbruch gegen die Küstenebene Tihamma. Seine Einzeichnung erfolgte ganz willkürlich, um ihn überhaupt zur Darstellung zu bringen. Möglicherweise spielt hier auch das als Querbruch großen Ausmaßes verdächtige Wadi Dauasir eine Rolle. Übrigens zählen nach Moritz alte Sagen die Erdbeben mit zu jenen großen Naturkatastrophen, die zwischen 150 und 600 n. Chr. in Yemen und in der Sandwüste des Südens den Untergang ganzer Volksstämme herbeigeführt haben sollen; man könnte dabei an die Verschüttung von Wasserstellen denken. Für das Vulkangebiet von Aden, das 1253 einen Ausbruch hatte, wird das Vorkommen von Erdbeben zwar behauptet, aber nicht belegt. Das Zusammentreffen der Bruchzonen des Roten Meeres und des Golfs von Aden legt die Annahme von tektonischen Beben nahe; aber der Ausbruch des Tairvulkans deutet auch auf die Möglichkeit von Ausbruchsbeben hin. Andere Beben Westarabiens sind nachweislich Ausstrahlungen von afrikanischen,

namentlich abessinischen Erdbeben gewesen. Für die bekannt gewordenen Beben in Ostarabien, vor allem bei Maskat, muß der Einbruch von Omangolf und Ormusstraße als Erreger angesehen werden.

Palästinas Erdbebentätigkeit machte schon auf die Israeliten derartig tiefen Eindruck, daß sich manche Stellen des *Alten Testamentes* mit dieser Naturerscheinung befassen. Eine in ihrer Kürze und Anschaulichkeit packende Schilderung eines Erdbebens mit Felsstürzen (hüpfende Widder und Lämmer), Seismischer Woge des Toten Meeres und dadurch bedingter Wasserstandsänderung des Jordan gibt der 114. Psalm. Vor allem aber berichtet die Sage u. a. von Ereignissen, die bereits durch die Bibelerklärer als Erdbeben erkannt, wenn auch nicht immer richtig gedeutet worden sind. Siebergs Deutungsversuche[1]), die sich zum Teil auf Studien an Ort und Stelle stützen, enthält Tab. 151. Dadurch kommt beim ältesten Erdbeben, das wir überhaupt kennen, dem Untergang Sodoms[2]) sowie bei der Gesetzgebung am Sinai[3]) die unerfüllbare Forderung eines tätigen

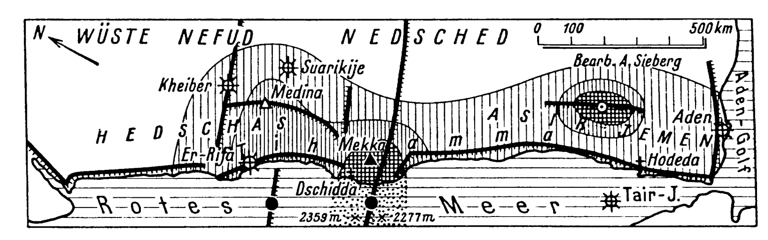


Fig. 435
Die Erdbebentätigkeit des westlichen Arabien

Vulkans (C. Diener) oder der Entzündung brennbarer Erdgase durch Blitz (M. Blanckenhorn) in Fortfall. Die neuartige Erklärung des Durchgangs durch das Schilfmeer, das nicht mit dem Roten Meer identifiziert werden darf (Schleiden 1858), unter Mitwirkung einer Seismischen Woge wird durch Beobachtungen von Strabo am Sirbonischen See gestützt.

Tabelle 151
Alttestamentliche Erdbeben

Gegen **2000** v. Chr. Am Südende des Toten Meeres versank die Osthälfte des heutigen Djebel Usdum (Sodomsberg) samt dem Tal Siddim an einer Verwerfung; Erdbeben dürften dabei nicht gefehlt haben. Vermutlich durch eine Seismische Woge ertrank ein Teil des fliehenden Heeres der Könige von Sodom und Gomorrha.

Kurz vor **1900** v. Chr. Ein Erdbeben zerstörte im Schwemmland der Sebcha-Niederung am Südende des Toten Meeres die Städte Sodom, Gomorrha, Zeboim und Adama, wobei verschüttete Herdfeuer die Trümmer in Brand setzten. Zoar, wohin sich Lot rettete, auf dem festen Fels des moabitischen Gebirgshanges gelegen, blieb unversehrt. Die Sage von Lots versteinertem Weib geht auf Salzsäulen von auffälligen Formen zurück, die sich durch Verwitterung am Djebel Usdum auch heute noch bilden. (I. Mosis 19.)

1220 v. Chr., im März oder April. Als beim Auszug aus Ägypten die Israeliten das „Schilfmeer", den heute Sebcha Bardawil genannten Sirbonischen See, auf der Nehrung durchschritten hatten, die die Lagune gegen das Mittelländische Meer abgrenzt, vernichtete eine von den dort nicht seltenen Seismischen Wogen das nachdrängende Heer der Ägypter. (II. Mosis 13.)

1220 v. Chr., im Sommer. Zur Zeit eines von lautem Getöse begleiteten Erdbebens und während eines Sandsturmes erfolgte die Gesetzgebung auf dem Berge Sinai, der im Granitgebirge oder in der Kalksteintafel der Sinaihalbinsel zu suchen ist. (II. Mosis 19.)

Nach **1218** v. Chr. Schweres Erdbeben mit Herd im Bruchgebiet des Djebel el-Makrah verschuldete bei der Oase Kades Barnea den Untergang der aufrührerischen Rotte Korah unter *Dathan* und *Abiram*. (IV. Mosis 12 und 16.)

1180 v. Chr., im Frühjahr. Der Sog einer Seismischen Woge des Toten Meeres legte vorübergehend die Jordanmündung trocken, als die Israeliten mit der Bundeslade vom Moabitischen Hochland (Transjordanien) niedergestiegen waren. Als wenige Wochen später ein Erdbeben mit lautem Getöse, den Posaunen von Jericho, auf dem westlichen Bruchrand des Jordangrabens die Mauern von Jericho umgeworfen oder wenigstens schwer beschädigt hatte, vermochten die in Palästina eindringenden Israeliten unter *Josuas* Führung die Stadt zu erobern. (Josua 6, 20.)

Gegen **1100** v. Chr. Etwa um die Zeit von *Simsons* Tod zerstörte ein Erdbeben die Philisterstadt Gasa samt dem Dagontempel, wobei viele Menschen umkamen. (Richter 16, 20—31.)

Gegen **1040** v. Chr. Häufigere Erdbeben mit zahlreichen Toten in der Ebene Schephala und am Gebirgshang, als die Philister den Israeliten bei Aphek die Bundeslade fortnahmen. Das Dagonbild im Tempel zu Asdod fiel zweimal um und zerbrach. (I. Samuelis 4.)

1020 v. Chr. Schreckenerregendes Erdbeben im Bergland von Judäa, als während *Sauls* Krieg *Jonathan* das Philisterlager bei Michmas überrumpelte. (I. Sam. 13.)

856 v. Chr. Ein Erdbeben zerstörte die Mauern von Aphek und begrub 27000 Mann unter diesen, als *Ahab* dort die Syrer unter *Benhadad* von Damaskus schlug. Wahrscheinlich war es das gleiche Erdbeben, das der Prophet *Elias* am Berg Sinai verspürt hatte auf seiner Flucht vor *Jesebels* Rache wegen der Tötung der Baalspriester. (I. Könige 20 und 19.)

Gegen **745** v. Chr. Unter der Herrschaft des Königs *Usia* in Palästina und Transjordanien schweres Erdbeben; angeblich mehrere tausend Tote. Am Ölberg W—O verlaufende Spalte, Erdschlipfe im Hinnomtal, sonst im Lande zahlreiche Felsstürze. (Zacharias 14, Amos 1, Josephus Antiqu. Jud. 59, 2.)

Gegen **730** v. Chr. *Jesajas* redet von einem Erdbeben in Judäa, anscheinend auch in Moab, mit großen Zerstörungen, Erdspalten und vielen Menschenopfern. Vielleicht bloß drohende Prophezeiung.

[1]) Die an sich belanglose Datierung erfolgte zum Teil auf Grund der Zeittafeln in E. Kautzsch, Die Heilige Schrift des Alten Testaments. Freiburg i. Br.—Leipzig 1894.

[2]) Glaubhaft lokalisiert und, bis auf die Feuersbrunst, richtig gedeutet wurde das Ereignis von M. Blanckenhorn, Das Tote Meer und der Untergang von Sodom und Gomorrha. Berlin 1896.

[3]) Wühlt ein Sturm die namentlich in den Schluchten angehäuften Sandmassen auf, dann hüllen diese die Berge in gewaltige Sandwolken ein. Dabei entstehen, vor allem beim Chamsin, je nach dem Sonnenstand leicht Beleuchtungseffekte, die an den „Rauch eines Schmelzofens" erinnern.

Häufig gehören Abschnitte von *Palästina* und *Syrien* zum Schüttergebiet von levantinischen und vorderasiatischen Beben, selbst in manchen Fällen, wo bis jetzt der Herd im Lande selbst angenommen worden war. Die Erdbeben einheimischen Ursprunges (Tab. 152, Fig. 436 u. 438) gehen von Herden (Fig. 437) aus, die in engsten Beziehungen zur Bruchtektonik stehen, aber zum Teil in völlig anderer Weise als bisher geglaubt wurde. Vor allem ist das Rôr, das ganz allgemein als Hauptherdgebiet galt, in eine recht untergeordnete Stellung zurückgedrängt worden. Das hat unter anderem die erste genaue Kartierung eines großen Palästinabebens an Ort und Stelle, desjenigen vom 11. Juli 1927 durch Sieberg (Fig. 438) bestätigt. Die auffallendste Herdzone bilden die Brüche

an der Mittelmeerküste, von Der Bala und Ludd im Süden angefangen über Sur, Saida, Beirut, Tarabulus und Ladikije bis hinauf zur Mündung des Nahr el-Asi (Orontes) am Fuße des Amanusgebirges im Norden. Über ein halbes Dutzend

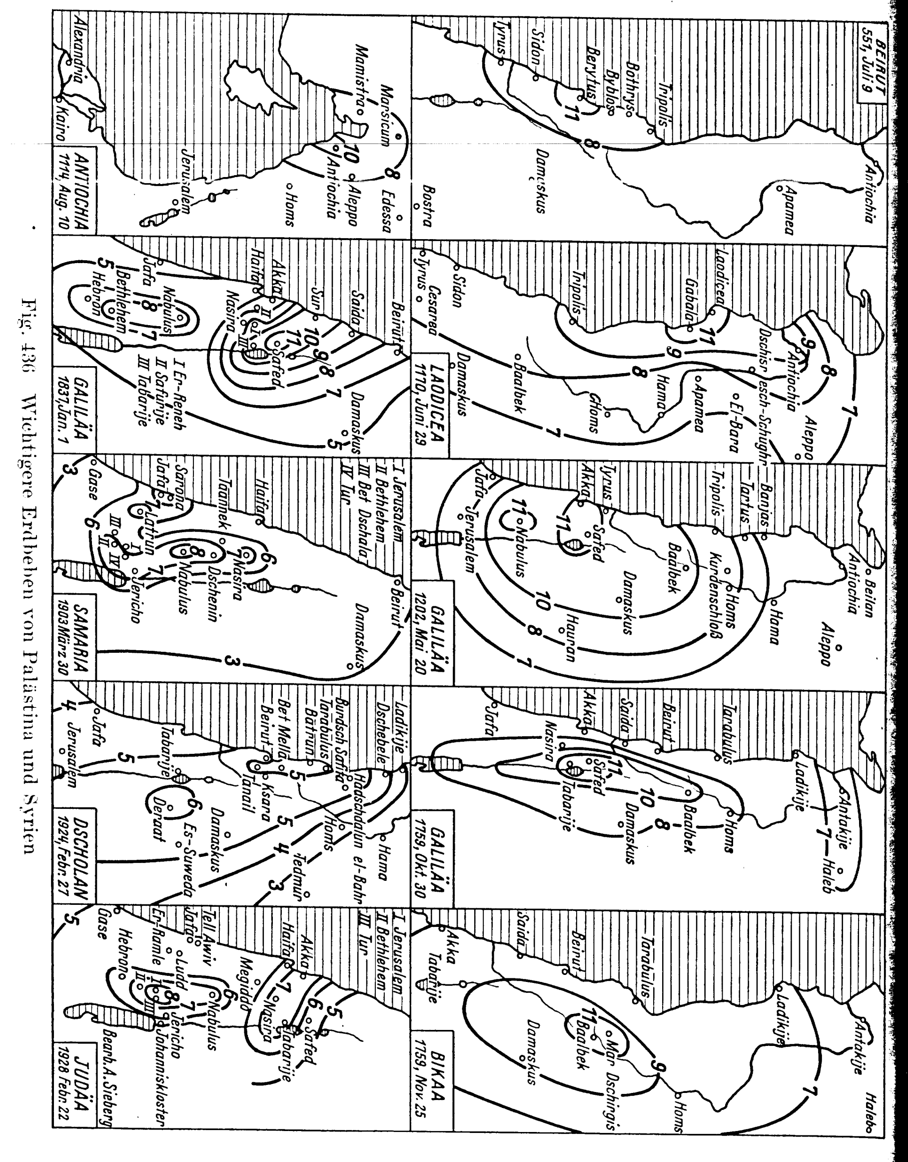


Fig. 436 Wichtigere Erdbeben von Palästina und Syrien

von Groß- und Mittelbebenherden haben oftmals im Lauf der Geschichte Verderben über den Küstenstreifen und das Hinterland weithin gebracht. Vom Orontesgraben bei Antakije (Antiochia), der sich bis in die Messaria Cyperns

submarin fortsetzt, dringt das Zerstörungsgebiet weit landeinwärts vor bis über Haleb (Aleppo) hinaus; ein Zeichen für das Weiterstreichen des genannten Querbruches, wenn auch die geologischen Beweise fehlen. Anhaltspunkte dafür, daß die Sinaihalbinsel sowie die Gräben von Akaba und des Wadi el-Araba eigene Herde besitzen, fehlen nicht ganz, Ailat-Akaba wurde 1067 zerstört. Erfahrungsgemäß leitet dieser Südabschnitt des Syrischen Grabens die Erdbebenenergie besonders gut weiter bis zum Nilknie bei Luxor auf afrikanischem Boden. Bekanntlich bildet das Tote Meer (Bahr Lut) (Fig. 434) den tiefsten festländischen Einbruch der Erdrinde; 400 m tief unter dem Niveau des Mittelländischen Meeres liegt der Seespiegel und weitere 400 m Tiefe ergaben die Lotungen. Von dort an hebt sich der Boden des Jordangrabens, des Rôr, so daß der Spiegel des Genezarethsees (Bahr Tabarije) noch 208 m unter und erst der Hulesee 2 m über dem Meeresspiegel liegt. Zwar sind am Djebel Usdum (Sodomsberg) und bei Jericho (Eriha) je ein Herd zerstörender Beben nachweisbar: aber die Hauptherde liegen im ganz zerstückelten Bergland von Samaria bei Nablus und von Galiläa bei Safed. Die Verbreitung der Schadengebiete spricht dafür, daß sich der Nablusherdbruch über Nebbe und Namer bis in das Ledschavulkangebiet fortsetzt; das gleiche glaubt W. v. Seidlitz aus geologischen Gründen. Der Einbruch der Jesreelebene scheint herdfrei zu sein. Im Graben der Bikaa ist bloß ein Mittelbebenherd nachweisbar, am Libanonfluß bei Aineta. Die Senke von Homs besitzt einen Lokalbebenherd, während dem Ghab Herde zu fehlen scheinen. Sehr arm an Erdbebenherden ist Transjordanien. Dort kennen wir solche von untergeordneter Bedeutung im Dscholan bei Deraat, bei Bosra im Hauran und bei Dscherasch. Dem Südabbruch des Antilibanon gegen die große Syrische

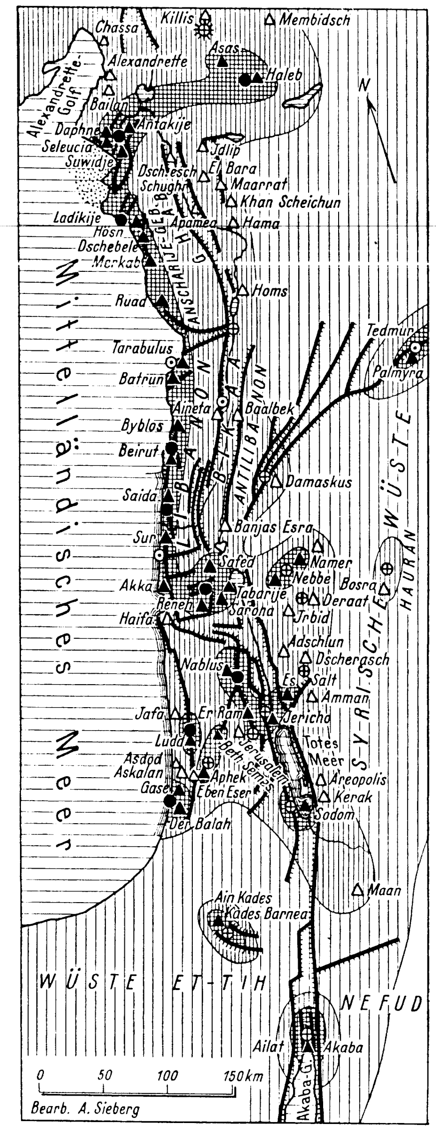


Fig. 437
Die Erdbebentätigkeit von Palästina und Syrien

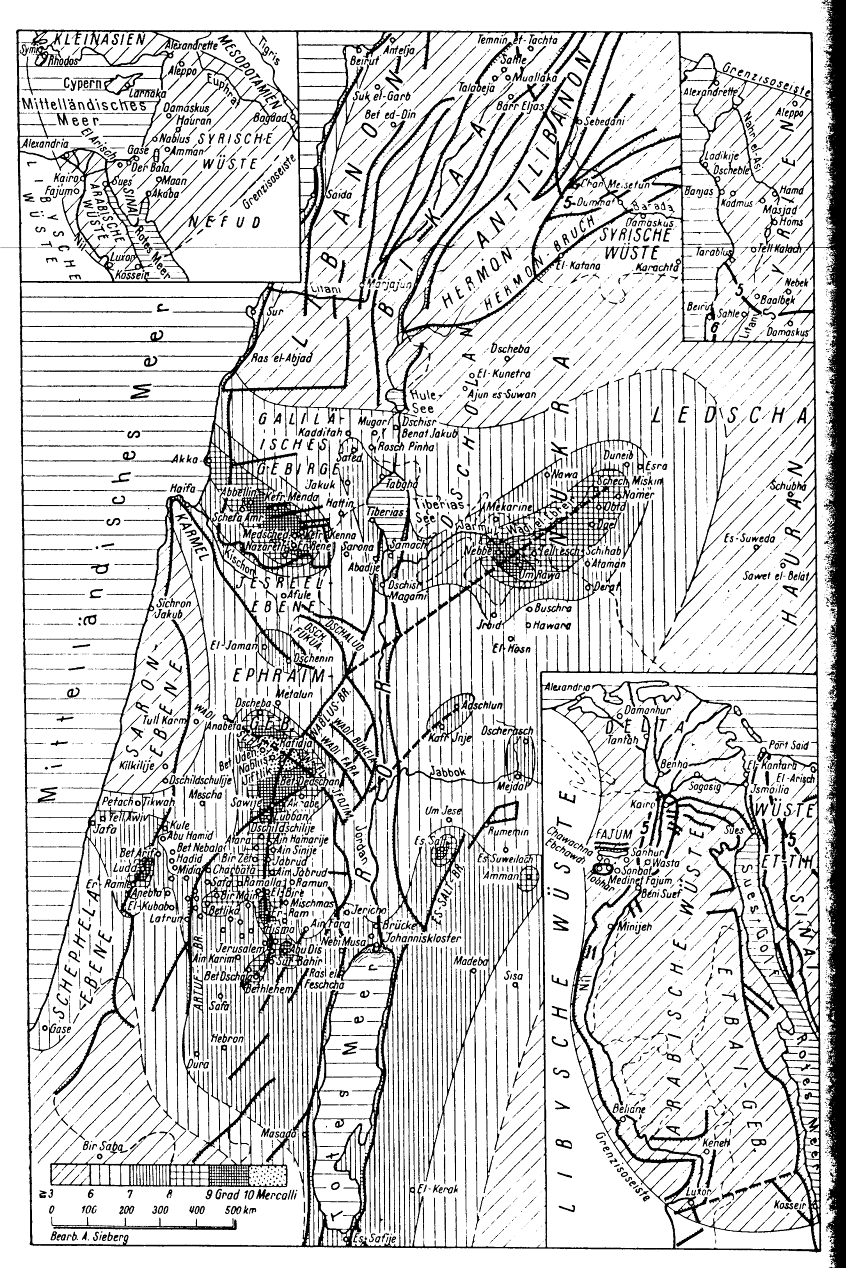


Fig. 438
Das Hauptschüttergebiet des Palästinabebens vom 11. Juli 1927

Wüste (Esch-Scham) sitzt der Damaskusherd auf. Dort, wo die zerbrochenen palmyrensischen Ketten in der Stufenlandschaft auf der Ostseite des Antilibanon auf die Hochplateautafel von Schumarije treffen, findet sich der Mittelbebenherd von Tedmur; zahlreiche Spuren seiner Tätigkeit zeigen die Ruinen des alten Palmyra. Die transjordanischen Querbrüche erweisen sich als Parallelerscheinungen zum nordsyrischen Bruch bei Antakije-Haleb.

Tabelle 152

Wichtigere Erdbeben Palästinas und Syriens

Gegen 525 v. Chr. Zerstörung von Sidon (Saida) und einer nördlich davon gelegenen Stadt durch schweres Erdbeben mit Seismischer Woge. Angeblich bis zu den Kykladen und Euböa gefühlt.

140 v. Chr. Nach dem Siege *Tryphons* über den Diadochenführer *Sarpedon* vernichtete am Strande zwischen Tyrus (Sur) und Ptolemais (Akka) eine Seismische Woge einen Trupp der Verfolger.

117 v. Chr. In Judäa großes Erdbeben mit zahlreichen Nachstößen während mindestens eines Monats.

69 v. Chr. Ein Erdbeben in Syrien zerstörte Antiochia (Antakije) und viele andere Städte, angeblich 17000 Tote. Außer Palästina wurde auch Salamis (Famagusta) auf Cypern erschüttert.

31 v. Chr. im Frühjahr. Zerstörendes Erdbeben am Genezarethsee, vor allem zu Rabat (Tabarije) und Sarona; viele Tote und Verwundete. Gefühlt bis über Jerusalem hinaus.

30, April, 7. Bei *Christi* Kreuzigung Erdbeben kleinen Schüttergebietes in Judäa, mit leichten Gebäudeschäden zu Jerusalem. Im Felsen Golgatha entstand eine Spalte, die heute noch in der Grabeskirche sichtbar ist. Zwei Tage später neue Erdstöße.

53. Ein Erdbeben mit weit ausgebreitetem Schüttergebiet in Syrien. In Antiochia wurden u. a. der Diana- und der Herkulestempel zerstört. Ferner werden Zerstörungen gemeldet aus Hierapolis (Membidsch), Laodicea (Ladikije) und Apamea (Kalat el-Mudik).

233. Schweres Erdbeben in Syrien mit Zerstörungen in Damaskus.

306, im Winter. Zerstörung von Tyrus und Sidon; auch in Jerusalem gefühlt.

334. Ausgebreitetes Erdbeben in Syrien und dem näheren Orient, mit Zerstörung von Antiochia. Angeblich 40000 Tote und Verwundete.

348. Zerstörendes Beben an der syrischen Küste, wobei vor allem Berytus und Aradus (Ruad) litten.

362, vor Juni. Schweres Erdbeben mit Seismischer Woge am Toten Meer. Zerstörung von Areopolis (Rabbath Moab) und Kir Moab (El-Kerak) in Transjordanien. Schwer litt der Tempel in Jerusalem, und auf seinen Trümmern brach eine Feuersbrunst aus.

425. Zerstörendes Erdbeben in Palästina, bis nach Ägypten hin gefühlt. Zu Er-Ramleh ein Drittel der Häuser vernichtet, Zerstörungen an der Stadtmauer von Jerusalem.

525, Mai, 29. Zerstörung von Berytus und Biblos, schwere Schäden in Sidon. In Antiochia noch kräftige Stöße. Abermalige Zerstörung des neuerbauten Berytus im Jahre 529.

528, November, 29. Zerstörung von Antiochia, Pompejopolis, Seleukia und Daphne; 4900 Tote. Große Erdspalten in Pompejopolis.

551, Juli, 9. Abermalige Vernichtung von Berytus durch ein Erdbeben, das bis Ägypten, Arabien und Mesopotamien gefühlt worden sein soll. Eine Seismische Woge versenkte viele Schiffe. Vgl. Fig. 436.

Gegen 710. Kräftiges Erdbeben in Palästina. Auf dem Tempelberge Moria zu Jerusalem stürzte der Ostteil der alten Aksa-Moschee zusammen. Anscheinend auch in Syrien und Ägypten gefühlt.

746, Januar, 18. Ein Erdbeben in Judäa und Samaria zerstörte angeblich 600 Ortschaften und tötete viele Menschen. Kräftige Schäden in den Klöstern am Nordende des Toten Meeres, geringere in Jerusalem. Zahlreiche Bergstürze. Seismische Woge an der Meeresküste versenkte eine Anzahl Schiffe. Zum Schüttergebiet soll neben Syrien und Ägypten auch Mesopotamien gehört haben.

756, Mai, 3. Zerstörendes Erdbeben in Palästina. In Jerusalem stürzten weitere Teile der Aksa-Moschee ein. Gefühlt auch in Antakije und Haleb.

Zwischen 775 und 780. In Judäa zerstörendes Erdbeben. Zu Jerusalem wurde auf dem Berge Moria der Felsendom Kubbet es-Sachra beschädigt.

859, April, 8. Schweres Beben in Nordsyrien, fast völlige Zerstörung von Laodicea, Gabala und Antiochia. Der Tempel in Jerusalem litt leichte Schäden. Gefühlt in Kleinasien, Armenien, Mesopotamien und Ägypten.

963, Juli, 22. In Asas und zahlreichen Dörfern der Umgegend Erdbebenzerstörungen.

991, April, 5. Schweres Erdbeben mit Seismischer Woge in Syrien, das bis Ägypten verspürt wurde; Zerstörungen in Damaskus.

1016. Ein zerstörendes Beben in Judäa brachte zu Jerusalem die Kuppel des Felsendoms zum Einsturz.

1029, Januar, 20. Damaskus zur Hälfte von Erdbeben verwüstet.

1033, März, 6. Im Süden Palästinas Der el-Balah völlig niedergelegt; Zerstörungen und Schäden zu Gasa, Askalon und bis nach Jerusalem hin. Seismische Woge vernichtete Akka zur Hälfte. Angeblich 7000 Tote. Auch in Ägypten und Syrien verspürt.

1042, August, 21. Schwere Zerstörungen in Palmyra (Tedmur) mit großem Schadengebiet; angeblich 50000 Tote. Heftig auch in Baalbek. Bis Persien und Ägypten gefühlt.

1067, April, 20. Ein Erdbeben zerstörte die Hafenstadt Ailat, deren Trümmer sich in unmittelbarer Nähe des heutigen El-Akaba befinden. Die Ruinen der antiken Hafenstadt Esjon Geber liegen infolge von Verlandung des nördlichen Akabagolfes 50 km landeinwärts, an einem Salzsumpf.

1089. In Palmyra abermals schwere Verwüstungen.

1114. August, 10. Zerstörendes Erdbeben in Antiochia mit großem Schaden- und Schüttergebiet. Vgl. Fig. 436..

1151. Zerstörendes Beben im Nakrura und Hauran, genannt werden bloß schwere Schäden in Bosra. Großes Schüttergebiet, zum mindesten in Syrien.

1170, Juni, 29. Zerstörendes Erdbeben in Laodicea und Gabala mit großem Schaden- und Zerstörungsgebiet. Vgl. Fig. 436.

1201. Zerstörungen in Homs und am Kurdenschloß sowie namentlich in Baalbek. Auch in Mesopotamien und auf Cypern gefühlt.

1202, Mai, 20. Schweres Erdbeben in Samaria und Galiläa; fast völlige Zerstörung von Nablus, schwere Schäden in Safed. Viele Tote. Bis Kus in Oberägypten, Mesopotamien und den Sporaden gefühlt. Vgl. Fig. 436.

1222. Lavaausbruch bei Killis in Nordsyrien. Erdbeben dürften nicht gefehlt haben, trotzdem sie nicht erwähnt werden.

1546, September, 29. Schweres Erdbeben in Samaria mit Zerstörung von Nablus und Er-Ram. Gefühlt bis Cypern. Seismische Woge.

1616, August, 27. Schwerste Erdbebenzerstörungen in Aleppo, wo die stärksten Mauern umfielen.

1656, im Februar. Tripolis zur Hälfte zerstört. Das Beben wurde auch in Palästina gefühlt.

1752, Juli, 21. Schwere Zerstörungen zu Laodicea und sonst weithin an der syrischen Küste; angeblich 20000 Tote.

1759, im Oktober. Beginn eines drei Monate dauernden Bebenschwarmes mit Herden im nördlichen Rôr und in der Bikaa. Angeblich sollen diese Beben 30000 Menschenleben gefordert haben, davon 20000 allein in der Bikaa. Die beiden Hauptstöße waren:
Oktober, 30. In Galiläa mit Zerstörungen in Safed und Tiberias. Vgl. Fig. 436.
November, 25. In der Bikaa mit Herd bei Mar Dschirgis; schwere Schäden zu Baalbek, namentlich am Jupitertempel. Vgl. Fig. 436.

1796, April, 26. Zerstörendes Beben in Nordsyrien, vor allem in Ladikije, wo ein Drittel der Häuser, auch die stark gebauten, einstürzten und 1500 Menschen getötet wurden.

1822, August, 13. Weit ausgedehntes Erdbeben in Nordsyrien mit fast gänzlicher Zerstörung von Antakije; 20000 Tote.

1837, Januar, 1. Weit ausgedehntes, zerstörendes Beben mit Herd bei Safed und Tiberias. 2000—3000 Tote. Gefühlt auf Cypern. Vgl. Fig. 436.

1872, April, 2. Zerstörendes Erdbeben in Nordsyrien, wobei Sawije zu zwei Drittel, Antakije zu einem Drittel zerstört wurden; 1800 Tote.

1896, Februar, 20. Ein kräftiges Schadenbeben in Damaskus.

1903, März, 30. Schweres Schadenbeben in Nablus, gefühlt bis Beirut, Damaskus und Gasa. Vgl. Fig. 436.

1905, erste Dezemberhälfte. Infolge eines lokalen Erdbebens stürzten zu Ras um-Kale bei Haleb zahlreiche Häuser ein.

1924, Februar, 27. Ausgebreitetes Erdbeben im Dscholan mit Schäden bei Deraat. Vgl. Fig. 436.

1927, Juli, 11. Ganz Palästina und große Teile von Transjordanien fielen in das Schaden- und Zerstörungsgebiet eines schweren Bebens mit Herd bei Nablus. 242 Tote. Das Schüttergebiet reichte bis Haleb, Bagdad, Luxor in Oberägypten und Symi in den Sporaden. Vgl. Fig. 438.

1928, Februar, 22. Ausgebreitetes Schadenbeben in Palästina, vor allem zu Jerusalem. Vgl. Fig. 436.

Über die Erdbebentätigkeit in *Mesopotamien* läßt sich infolge der äußerst spärlichen Nachrichten (Tab. 153, Fig. 441 u. 442) nur sehr wenig sagen. Zerstörende Erdbeben hat es im Laufe der Geschichte an den verschiedensten Stellen gegeben, sowohl im Norden als im Süden, vor allem in Urfa, Mosul und Bagdad-Ktesiphon. Auch an der Verwüstung alter Kulturstätten, besonders Ninives und Babylons, haben Erdbeben zweifellos zum guten Teil beigetragen, obwohl archäologische Nachweise noch nicht versucht zu sein scheinen. Lassen sich auch die Herde nicht näher lokalisieren, so kommt doch der rasch fortschreitende Niederbruch der mesopotamischen Schollen deutlich zum Ausdruck. Dies gilt sowohl für die zum Persischen Golf gehörigen Längsbrüche in SO—NW-Richtung als auch für die Querbruchscharen bei Bagdad, mit denen das Oberland gegen das Unterland absetzt. Fußend auf eine keilschriftliche Episode aus dem babylonischen Gilgamesch-Epos deutet E. Suess[1]) den der *Sintflutsage* zugrunde liegenden Naturvorgang als Seismische Woge mit Orkan nach Erdbeben. Jedoch erregt die Lokalisierung an der Euphratmündung, wohin das Epos weisen soll, Bedenken, weil dort Seismische Wogen unbekannt zu sein scheinen.

Tabelle 153

Wichtigere Erdbeben Mesopotamiens

Kurz vor 1260 v. Chr. Erdbeben in Babylon zu *Moses* Zeit, jedoch vor dem Auszug der Israeliten aus Ägypten.

Gegen 600? v. Chr. Der Tempel Taras zu Sinkarah wurde zur Zeit *Nebukadnezars* durch ein Erdbeben zerstört.

592 v. Chr. *Hesekiel* erwähnt ein Erdbeben am Flusse Kebar.

Gegen 550? v. Chr. Ein Erdbeben in Susa zur Zeit *Daniels*.

567. In Mesopotamien ein zerstörendes Erdbeben.

718. Ein verwüstendes Erdbeben in Edessa (Urfa) und Umgegend.

---

[1]) E. Suess, Die Sintflut, eine geologische Studie, Prag-Leipzig 1883; vgl. auch Das Antlitz der Erde, I. Bd.

849. Ein Erdbeben in Bagdad (vielleicht ist das palästinensische Beben vom 18. Januar 746 gemeint?).

860, Mai, 23. Kräftige Erdbebenzerstörungen in der Gegend von Bagdad, mit großem Schüttergebiet.

1007. Zerstörendes Erdbeben in Dijala (Ktesiphon). 10000 Tote.

1058. Ein schweres Erdbeben zerstörte in der Gegend von Mosul viele Ortschaften. Menschen verloren das Leben.

1129. In Bagdad ein kräftiges Erdbeben.

1666, im November. In der Gegend von Mosul, das schwere Schäden litt, wurden 5 Städte und 45 Dörfer durch ein Erdbeben zerstört. Auch in Armenien und Palästina gefühlt.

1680. In der Euphratgegend bei Rawa ein kräftiges Erdbeben.

1769. Mai, 1. Große Erdbebenzerstörungen in Bagdad.

1864 im Dezember bis Januar **1865**. Zahlreiche Erdbebenstöße in der Gegend von Bagdad.

1865. Februar, 4. Ein ausgebreitetes Erdbeben im Irak Arabi, am stärksten in Suk esch-Schejuk, schwächer in Basra und Bagdad.

1867. April, 14. In Bagdad verursachte ein Erdbeben Schäden.

§ 203. **Die Kleinasiatische Halbinsel** erweist sich infolge ihrer weitgehenden Bruchzerstückelung als sehr erdbebenreich. Jedoch scheinen Großbeben bloß auf die Randgebiete des Marmamameeres und des submarinen Rhodeser Kessels beschränkt zu bleiben. Ausbruchsbeben fehlen, weil sich die jungen Vulkane in geschichtlicher Zeit nicht betätigt haben. Über Einsturzbeben ist nichts bekannt.

a) Der Aufbau[1]) zeigt trotz weitgehender tertiärer Faltung ein ausgesprochenes Bruchschollenland. Fast Dreiviertel der Halbinsel erfüllt ein Hochland von etwa 900—1000 m mittlerer Höhe, das im Innern durch Bergrücken in einzelne Becken geteilt wird. Jenseits des Kisil Irmak dringen diese Bergrücken wie ein Rutenbündel aus Armenien vor. Die meisten der Hochlandsbecken sind mit jungen Seenablagerungen erfüllt. Am bekanntesten ist die Große Salzsteppe, vordem ein salziges Binnenmeer, dessen letzten Rest der Salzsee Tus Tschöllü bildet. Junge, wenn auch heute nicht mehr tätige Vulkane, wie Karadagh, Karandjadagh, Hassandagh und Erdschias (Argäus) gehören zu Bruchfeldern, die sich in der Karte bloß ganz schematisch andeuten lassen. Daß es sich, wie F. Frech[2]) annimmt, um eine fortlaufende Vulkanreihe auf der Innenseite des Taurischen Faltenbogens handele, bezweifelt Sieberg; er vermutet ähnliche Verhältnisse wie bei der südägaischen Vulkanzone. Wülste von Hochgebirgen fassen den Nord- und Südrand ein, erheben sich allmählich aus dem Hochland und stürzen schroff zur Küste ab. Im Norden das Bythynische Gebirge, das mit dem Mysischen Olymp beginnt, und das Pontische Gebirge bestehen aus zerbrochenen Kreidetafeln, zum Teil mit Lavadecken. Hingegen handelt es sich im Taurus des Süden um tertiäre Faltenketten, die Südeuropa mit Vorderasien verbinden. Zwischen den Buchten von Makri und Adalia schwenkt das Faltenstreichen von Westen nach Norden zu den Scharungen[3]) von Diner und Afiun

[1]) A. Philippson, Kleinasien. Handb. d. region. Geol., 22. Heft. Heidelberg 1918. — Derselbe, Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. Peterm. Mitt., Ergänz.-Heft Nr. 167, 172, 177, 180 u. 183. Gotha 1910—15.

[2]) F. Frech, Über den Gebirgsbau des Tauros in seiner Bedeutung für die Beziehungen der europäischen und asiatischen Gebirge. Sitz.-Ber. K. Preuß. Akad. Wissensch. Berlin 1912.

[3]) W. Penck, Die tektonischen Grundzüge Westkleinasiens. Stuttgart 1918.

Karahissar um. Ganz besonders verwickelt ist der Aufbau des Westens. Hier entspricht der kristalline Kern der Karischen Masse dem Kykladenkern. Junge Längs- und Querbrüche, letztere zum Teil aus den Kykladen herüberstreichend, haben, wie A. Philippson im einzelnen nachwies, die Küstenniederung samt dem Hochlandsrand in Hoch- und Tiefschollen aufgelöst, ohne Rücksicht auf die frühere Struktur, vor allem auf den tertiären Faltenbau. Dabei spielen neben den Küstenbrüchen, die auch die Inselwelt abtrennten, die gewaltigen Gräben der Querbrüche die Hauptrolle. Bei dieser Gelegenheit sind, namentlich im Nordwesten, gewaltige Lavamassen zum Durchbruch gekommen.

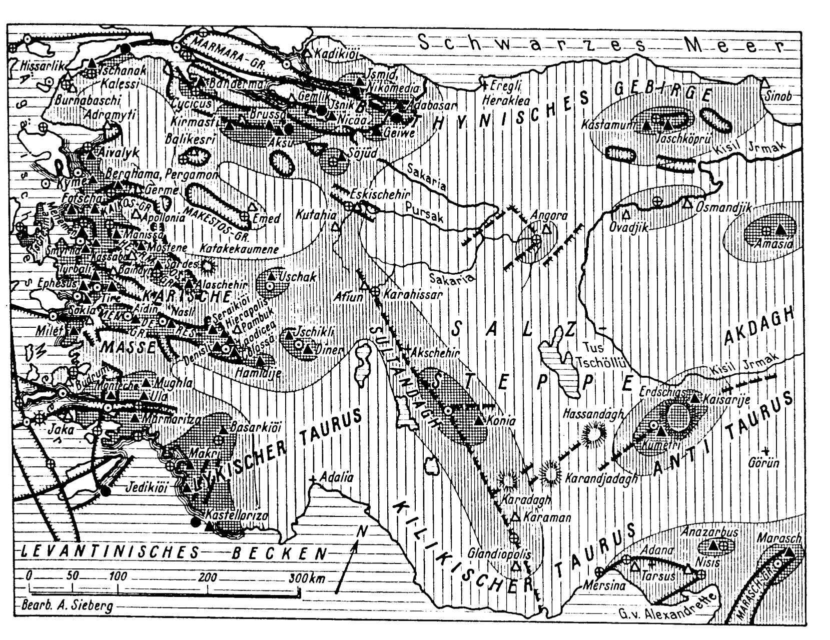


Fig. 439
Die Erdbebentätigkeit Kleinasiens

b) Die Erdbebentätigkeit (Tab. 154, Fig. 439 u. 440). Für den Westen Kleinasiens liegen seit dem Altertum zahlreiche und brauchbare Erdbebennachrichten vor, die Sieberg, zum Teil gestützt auf Lokalkenntnis, in den Stand setzten, ein ziemlich verläßliches Bild von der dortigen Erdbebentätigkeit zu entwerfen. Einige Grundzüge dieses Bildes hatte schon früher O. Weismantel[1]) erkannt. Im Gegensatz zum Westen erweist sich für das Innere des Hochlandes und für den ganzen Osten sowohl das überlieferte Erdbebenmaterial als auch die Kenntnis der Tektonik als äußerst unzulänglich. Infolgedessen war für diese weiten Gebiete bloß eine ganz schematische Darstellung durchführbar, vor allem auch hinsichtlich der Herdlagen.

[1]) O. Weismantel, Die Erdbeben des vorderen Kleinasiens in geschichtlicher Zeit. Marburger Dissert., 1891.

Tabelle 154

Wichtigere Erdbeben Kleinasiens

65 v. Chr. Zu Colossae ein schweres Erdbeben.

26 v. Chr. Fast gänzliche Zerstörung von Tralles (Aidin), Schäden bis Laodicea und Chios hin.

17. Ausgebreitetes Schadenbeben im vorderen Kleinasien. Zerstörung von Ephesus, Magnesia (Manissa), Sardes (Sart) und acht anderen Städten bis Aidin und Philadelphia (Alaschehir) hin.

29. November, 24. Nicea (Isnik) wurde zum größten Teil zerstört. Schwer auch in Nicomedia (Ismid) gefühlt.

60. In der Gegend des heutigen Denisli Zerstörung von Laodicea, Hierapolis und Colossae; Schäden anscheinend auch in Apamea Kybotos (Diner).

69, Januar, 2. Zerstörung von Nicomedia.

105. Zerstörendes Beben zwischen Phokäa (Fotscha) und Aivalyk, mit großem Schüttergebiet zwischen den Golfs von Adramyti und Smyrna sowie auf den Inseln, namentlich Lesbos.

178. Verwüstung von Smyrna.

240, August, 5. Schweres Erdbeben in Cappadocien und Pontus.

290, Mai, 14. Ein heftiges Erdbeben in Tarsus.

358, August, 24. Nicomedia wird zum größten Teil zerstört, großes Schüttergebiet, bis nach Makedonien hin.

362, Dezember, 2. Schwere Zerstörungen in Nicea, außerdem im stehengebliebenen Teil von Nicomedia. Schäden zu Germe und am Hellespont. Weithin gefühlt.

525. Anazarbus wurde durch ein Erdbeben zerstört.

543, September, 6. Zerstörendes Erdbeben in Cycicus (Banderma). Leichte Schäden in Konstantinopel, die Statue Justinians stürzte um.

555, August, 16. Nicomedia wurde größtenteils zerstört, dort 40 Tage lang Nachstöße. Erhebliche Schäden auch in Konstantinopel und an seiner Stadtmauer, einige Tote. Eine Seismische Woge im Marmarameer vernichtete viele Schiffe.

1056. Zerstörendes Beben in Smyrna; bis über Konstantinopel hinaus gefühlt.

1064, September, 23. Zerstörung von Nicea. Schäden ringsum am Marmarameer. Nachstöße in Nicea zwei Jahre lang.

1115, Dezember, 25. Zerstörendes Erdbeben in Marasch, viele Tote. Zerstörungen und Schäden auch in Samasata, Edessa, Harran und Balasch. Gefühlt bis über Mamistra und Jerusalem hinaus.

Im **12. Jahrhundert** wurde zu Halicarnassos (Budrum) das Mausoleum durch Erdbeben schwer beschädigt.

1190. Zu Karaman schweres Erdbeben.

1296, im Juni. Schweres Erdbeben in Pergamon (Berghama) und Umgegend.

1653, Februar, 23. Ein Erdbeben zerstörte Aidin zur Hälfte, 3000 Tote; anderthalb Monat lang Nachstöße. Schwere Gebäudeschäden und Zerstörungen in Tire, Nasilli, Gewelschek, Denisli, Sultanschair, Kajuchschek und Asine. Vermutlich damals wurde zu Didyma, südlich von Milet, der Orakeltempel des Apollo völlig niedergeworfen.

1668, Juli, 10. Smyrna durch Erdbeben mit nachfolgender Feuersbrunst gänzlich zerstört, 2000 Tote; gewaltige Bodenspalten, Seebeben. Zahlreiche Nachstöße.

1668, August, 18. Zerstörendes Erdbeben zu Castamuni, angeblich 1800 Tote zu Bolla. Das Schadengebiet reichte bis Amasia, Neocäsarea, Kaisarije und Angora.

1668, September, 13. Zerstörendes Erdbeben in Konia. Auch der Taurus gehörte zum Schadengebiet. Viele Tote.

1703. In Denisli und Umgegend schwere Erdbebenzerstörungen und gewaltige Bodenrisse. Schäden anscheinend auch in Diner.

1719, Mai, 25. Fast vollständige Zerstörung von Ismid. Das Schaden- und Zerstörungsgebiet reichte bis über die Prinzeninseln und Konstantinopel hinaus; 1000 Tote.

1835, August, 23. Zerstörendes Beben am Vulkan Erdschias (Argäus), besonders an seiner Südseite. Vor allem litten Kaisarije, Kumetri, Welkeri, Mandzofer, Talwusin und 20 Dörfer der Umgegend; mehrere hundert Tote. Zahlreiche Nachbeben.

1844, im Mai. Zwischen Angora und Osmandjik zerstörendes Erdbeben; 200 Tote.

1845, Juni, 23. Kräftige Zerstörungen in Manissa; geringere Schäden und Bergstürze in Smyrna und Umgegend.

1855, Februar, 28. Weitreichendes Schadenbeben mit Zerstörungen in Brussa und Umgegend; 700 Tote. Zahlreiche Bergstürze. Vgl. Fig. 440.

1862, Mitte Oktober. Zerstörung von Sögüd durch ein Erdbeben; gefühlt mindestens bis Konstantinopel.

1864, März, 12. Ein Erdbeben in der Ebene von Troas, gemeldet aus Hissarlik, Burnabaschi und Ren Kibi.

1864, Juni 10.—14. Kräftige Erdstöße zu Tschanak Kalessi, schwächer in Gallipoli und mindestens bis Saloniki gefühlt.

1869, Dezember, 1. Zerstörendes Erdbeben am Keramosgolf, besonders zu Menteche und Marmaritza, weniger zu Ula und Mughla. Vgl. Fig. 440.

1870, Februar, 22. In Makri Erdbebenzerstörungen.

1875, Mai, 3.—5. Zerstörendes Beben zu Ischikli-Demirli, in dessen Umgebung zahlreiche Dörfer zerstört wurden; 1312 Tote. Das Zerstörungs- und Schadengebiet umfaßte auch Diner, Uschak und Afiun-Karahissar. Bei den Nachstößen verlagerte sich der Herd, am 12. zerstörend, nach Uschak.

1877, Oktober, 13. bis November, 1. Erdbebenschwarm auf der Insel Marmara, mit Zerstörungen.

1878, April, 15. Ausgebreitetes Erd- und Seebeben mit Zerstörungs- und Schadengebiet von Ismid bis Brussa. Seismische Woge. 40 Tote.

1880, Mitte Mai. Bei Sinob verursachte ein Erdbeben Küstenabbrüche, die das Dorf Heleddi schwer in Mitleidenschaft zogen.

1880, Juli, 29. Erdbebenzerstörungen vor allem in Menemen, ferner in Kordelio, Burnabad, Tomaso und anderen Dörfern. Schäden bis Smyrna, Manissa, Kassaba und Alaschehir. Schüttergebiet mindestens bis Samos, Chios, Lesbos und Konstantinopel.

1883, Oktober, 15. An der Westküste der Halbinsel Tschesme Zerstörung von Lytri und fast aller Dörfer. Schwächer auf Chios und in Smyrna. Gefühlt bis mindestens Athen.

1894, Juli, 10. Ausgebreitetes Zerstörungsbeben am Unterlauf des Sakariaflusses, vor allem in der Gegend von Adabasar bis Geiwe; viele Tote. Vgl. Fig. 440.

1896, April, 16. Schweres Schadenbeben zu Emed. Schüttergebiet bis mindestens Smyrna und Konstantinopel-Tschataldscha.

1898. Zerstörung von Balikesri durch ein Erdbeben mit nachfolgender Feuersbrunst.

1899, September, 22. Schwere Erdbebenzerstörungen im Graben des Menderes- (Mäander-) Flusses. Große Bodenspalten in Aidin und Denisli. Vgl. Fig. 440.

1925, Mai, 1. Starke Erdstöße in Adana und Umgegend.

1928, März, 31. Zerstörendes Erdbeben im Tale des Gedisflusses. Turbali wurde fast gänzlich, Smyrna teilweise zerstört; 30 Tote. Schäden bis Manissa, Alaschehir und Uschak hin. Gefühlt bis Athen und Kythira.

1928, Mai, 6./7. Ein kräftiges, angeblich sogar zerstörendes Erdbeben aus Eskischehir und Kutahia gemeldet.

Als Fortsetzung des nordägäischen Serosgrabens wird das Marmarameer nach Sieberg von drei Gräben durchzogen, die an den Golfs von Ismid, Gemlik und Erdek weithin in das Festland übertreten. Sie mit ihren Großbebenherden und die Nachbargebiete bilden eine der Haupterdbebenzonen Kleinasiens. Ismid (Nikomedia) und im Ostabschnitt des Sabandschagrabens Adabasar (Fig. 440), ferner Isnik (Nicäa) im Gemlikgraben sowie Brussa (Fig. 440) und Banderma (Cycicus) im Erdekgraben haben oftmals und schwer unter Erdbeben zu leiden gehabt. Manche von diesen Beben verursachten selbst in Konstantinopel

beachtliche Gebäudeschäden. Die Linie vom Großbebenherd bei Gallipoli an bis zum Mittelbebenherd bei Tenedos deuten im Verein mit den Lavadecken auf eine parallel den Dardanellen verlaufende Bruchlinie hin.

Die ganze Westküste bildet ein umfangreiches, weit ins Innere hineingreifendes Zerstörungs- und Schadengebiet, in dem zahlreiche Baudenkmäler der Antike mehr oder minder schwer in Mitleidenschaft gezogen worden sind; auch Seebeben und Seismische Wogen werden gemeldet. Jedoch dürfte Mittelbebencharakter kaum überschritten werden. Fast ausschließlich sind die Herde an die gewaltigen Querbrüche gebunden, die zum Teil aus dem Ägäischen Meer

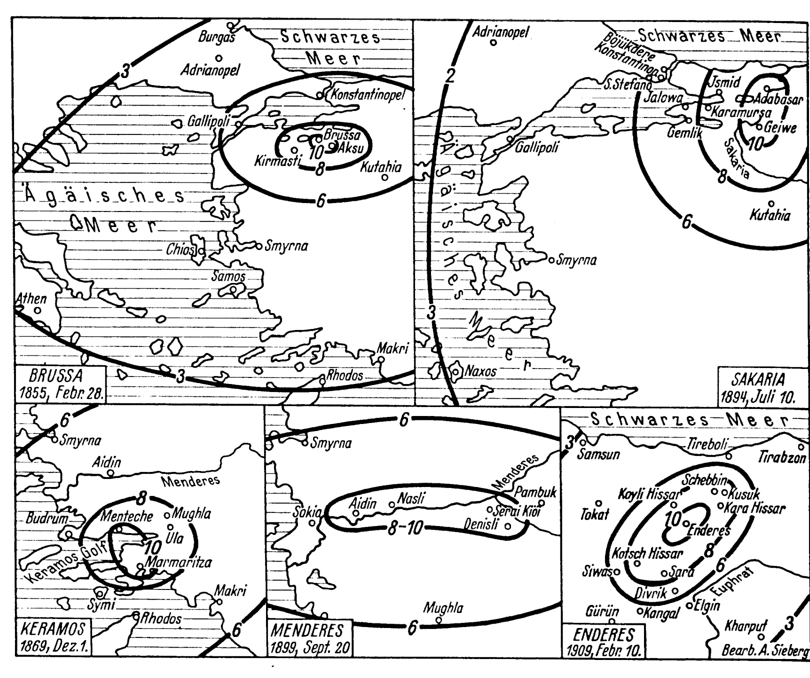


Fig. 440
Wichtigere Erdbeben Kleinasiens

herüberstreichen. Die Längsbrüche der Küsten scheinen sich ruhiger zu verhalten; denn die ihnen aufsitzenden Herde sind fast ausschließlich Kreuzungsstellen mit Querbrüchen. Demgemäß heben sich als Haupterdbebengebiete heraus: Der Kaikosgraben mit Berghama (Pergamon); der Kyastergraben mit Smyrna, Turbali und Ephesus; der Hermosgraben mit Manissa (Magnesia), Sart (Sardes) und dem jungen, aber erloschenen Vulkangebiet von Kula[1]) (Katakekaumene); der Menderes- (Mäander-) Graben (Fig. 440) mit Milet, Aidin (Tralles), Nasli sowie den antiken Städten Hierapolis, Laodicea und Colossae in der Gegend von Denisli; der Keramosgraben (Fig. 440) mit Monteche, während Budrum (Halikarnassus) anscheinend bloß von Schadenbeben betroffen wurde.

[1]) A. Philippson, Das Vulkangebiet von Kula in Lydien, die Katakekaumene der Alten. Peterm. Mitt. 1913.

Die Mittelbebenherde von Uschak und Diner dürften zu den Scharungen von Afiun Karahissar und Diner derart in Beziehung stehen, daß die Faltungstektonik in noch unbekannte Bruchtektonik übergegangen ist. In der Fortsetzung des Lykischen Grabens gegen den Rhodeser Kessel liegt ein submariner Großbebenherd, der vor allem die kleine Kürsteninsel Kastellorizo bedroht. Der Kesselbruch von Balikesri und der Makestosgraben bei Emed scheinen lediglich Schadenbeben hervorzubringen.

Auf dem Hochlande läßt sich der zerstörende Herd von Söjüd einstweilen nicht deuten, während die Schadenbeben bei Eskischehir in dem dortigen Grabenbruch ihre Erklärung finden. Frei von Bebenherden erscheint fast das ganze Innere des Hochlandes bis zum Westbogen des Kisil Irmakflusses. Ob dieses Bild den Tatsachen wirklich entspricht oder bloß durch Mangel an überlieferten Beobachtungen vorgetäuscht wird, läßt sich nicht entscheiden. Beachtenswert ist das Zerstörungs- und Schadengebiet von Konia über Karaman hinaus, dessen Herde nur ganz beiläufig zu lokalisieren sind. Sie legen den Gedanken nahe, niedergebrochene Staffeln am Ostrand des westlichen Taurus seien unter der Salzsteppe begraben. Senkrecht hierzu verlaufen anscheinend Staffelbrüche auf der Nordseite des östlichen Taurushorstes, über denen sich, gegeneinander versetzt, erloschene oder wenigstens ruhende Vulkane vom Karadagh bis zum Erdschias aufgebaut haben. Jedenfalls befindet sich beim Erdschias ein für Kaisarije, Kumetri und andere Orte zerstörend wirkender Herd tektonischer Erdbeben von höchstens Mittelbebencharakter.

Ganz ungeklärt sind die Verhältnisse am Unterlauf des Kisil Irmak bis nach Angora hin, von wo vereinzelt Schadenbeben gefühlt sind. Im Ostflügel des Bithynischen Gebirges hat zum mindesten das Bruchbecken von Taschköprü-Kastamuni zerstörende Beben geliefert.

Im Süden bricht der Ostflügel des Kilikischen Taurus gegen das Bruchbecken von Adana ab. Die dortigen Herde von Schadenbeben ebenso wie der zerstörend wirkende Herd von Anazarbus leiten zur nordsyrischen Erdbebenzone über.

§ 204. Das Armenische Schollenland bezeichnet die Scharungsstelle der kleinasiatischen und der südiranischen Faltenstränge tertiären Alters. Jüngere Bruchdislokationen gewaltigen Ausmaßes schufen neue, vom Faltenbau fast unabhängige Landschaftsformen. Dementsprechend liefern zahlreiche Herde, die zur bekannten Bruchtektonik in deutlichsten Beziehungen stehen, Erdbeben aller Charakterklassen. Vulkane bauten sich auf und gewaltige Deckenergüsse überfluteten Innerarmenien. Trotzdem ist über Ausbruchsbeben so gut wie nichts bekannt. Auch für das Vorkommen von Ausbruchs- und Einsturzbeben liegen keine Anhaltspunkte vor.

a) Der Aufbau[1]). Am Südfuß des Kaukasus ist der Rion-Kura-Graben eingebrochen, der das Schwarze Meer mit dem Kaspischen Meer verbindet. Darüber erhebt sich das Armenische Hochland 1500—1800 m hoch mit tertiären Sedimenten, Laven und erloschenen oder ruhenden Vulkankegeln (Ararat 5160 m). Bruchfelder gehören dem Toporawan-, Goktscha-, Urmia- und Wan-See an. Am Westufer des letzteren erheben sich zwei Riesenvulkane, der erloschene Sipan und der geschichtlich tätig gewesene Nimrud. Hohe, horstförmige Randgebirge umsäumen den Norden und Süden: Pontisches Gebirge, Karabagh und Sähänd auf der einen, Armenischer Taurus und Kurdistangebirge auf der anderen Seite.

[1]) F. Oswald, Armenien. Handb. d. Region. Geol., 10. Heft. 1912.

b) Die **Erdbebentätigkeit** (Tab. 155, Fig. 441) läßt sich an der Hand neueren Beobachtungsmaterials, das vor allem der russische Erdbebendienst geliefert hat, recht gut beurteilen, zumal sich auch an anderen Stellen manche brauchbaren Angaben über ältere Erdbeben vorfinden.

Tabelle 155

Wichtigere Erdbeben Armeniens und des Kaukasus

330 v. Chr. Ein Erdbeben zu Neocäsarea und Herakleia (Eregli).
499. Schweres, zerstörendes Erdbeben in Neocäsarea und Neopolis, Schäden bis Amasia. Gefühlt bis mindestens Edessa (Urfa).
869 und **893.** Zerstörung von Towin; beim letzten Beben angeblich 82000 Tote.
1040. Schwere Zerstörungen in Täbris, viele (angeblich 50000) Tote; gefühlt bis Afrika.
1168. Ersingan durch ein Erdbeben zerstört; 12000 Tote.
1273. In Täbris zerstörendes Beben, 250 Tote.
1268. In Ersingan ein zerstörendes Erdbeben, mit Bodenspalten; 15000 Tote.
1319. Armeniens alte Hauptstadt Ani wurde durch ein Erdbeben zerstört.
1441. Ein Ausbruch des Vulkans Nimrud.
1458. Abermals Zerstörung von Ersingan; 32000 Tote.
1664. Zerstörendes Beben in Täbris und Umgegend.
1667. Zerstörung von Schemacha durch ein Erdbeben, angeblich 8000 Tote.
1667, Juli, 28. Ersingan wurde zur Hälfte zerstört.
1721, April, 26. Abermals zerstörendes Erdbeben in Täbris, 8000 Tote.
1784, Juli, 23. Zerstörendes Erdbeben in Ersingan, 5000 Tote. Gefühlt auch in Erserum.
1827, im Juni. Zerstörung von Tokat, großes Schadengebiet.
1827, Oktober, 23. Schadenbeben in Tiflis.
1828, Anfang August. Zerstörung von Schemacha und Baskal; 8000 Tote. Bedeutende Bodenrisse. Das Schüttergebiet reichte von der Kuramündung bis Signach in Kachetien. Nachbeben bis Ende Mai 1829.
1830, März, 9. Am Terek zu Andrejewska zerstörendes Beben mit Felsstürzen, 400 Tote; auch aus Astrachan gemeldet.
1840, Juni, 20. Schweres Erdbeben am Ararat mit verheerendem Erdrutsch im Argurital. Gefühlt bis Tiflis und dem Kaspischen Meere.
1841, Mai, 8. Kräftiges Schadenbeben in der Gegend von Basajet, leicht gefühlt bis über Tiflis hinaus.
1842, Januar, 2. Schweres Erdbeben auf der Halbinsel Apscheron, völlige Zerstörung des Dorfes Maschtagi; Erdspalten hier und bei Zabrat und Surachani. Zahlreiche Nachstöße bis zur Monatsmitte.
1851, Mai, 31. Abermalige Verwüstung von Schemacha.
1859, Mai, 21. Ein Drittel von Erserum zerstört, 500 Tote.
1869, August, 21. Zerstörung von Sundi, Marasy und Dshangi.
1874, Mai, 4./5. Zerstörendes Beben in der Gegend von Diarbekr.
1879, März, 13. Zerstörendes Erdbeben am Urmiasee, vor allem zu Marand; viele Tote.
1881, August, 28 bis Ende September. Schwarmbeben am Urmiasee, in Khoi wurden Häuser zerstört. Sehr stark auch in Täbris gefühlt.
1883, Mai, 2. In Täbris zerstörte ein Erdbeben viele Gebäude; zahlreiche Tote.
1884, Februar, 10. Zerstörendes Erdbeben im Distrikt Bitlis, vor allem zu Birvari.
1893, März, 31. Außerordentlich schwere Verwüstungen in Malatia; 469 Tote.
1899, Dezember, 19. Zerstörendes Erdbeben zu Achalkalaki und besonders in den nördlich davon gelegenen Ortschaften, 300 Tote. Das Schüttergebiet umfaßte den ganzen Rion-Kura-Graben.
1902, Februar, 13. Zerstörendes Erdbeben in Schemacha und Umgegend; mehr als 1000 Tote. Weitgehende Bodenumgestaltungen.

1903, April, 29. Völlige Zerstörung von Melaskert und vielen anderen Ortschaften, etwa 6000 Tote. Unter den zahlreichen Nachstößen zerstörende am 9. und 12. Mai.
1903, Mai, 3. Schwere Erdbebenzerstörungen in Musch und sieben Dörfern, zahlreiche Tote. Schäden bis Erserum und Bitlis.
1903, Mai, 28. Zerstörendes Beben in der Gegend von Ardahan.
1903, Juli, 9. Schadenbeben im Gouvernement Tiflis, vor allem zu Schulawery, Jekaterinenfeld und Dshelal-Ogly.
1903, November, 2. Schadenbeben zu Nucha.
1904, Juli, 5. Schadenbeben zu Schuscha.
1905, Oktober, 21. Kräftiges Schadenbeben in Suchum, großes Schüttergebiet.
1905, Dezember, 4. Erhebliche Zerstörungen in Tatem und Kharput. Schäden bis Malatia und Umgegend.
1906, März, 6. Kräftiges Schadenbeben zu Echtija.
1906, September, 28. Zerstörendes Beben zu Oluchly.
1907, Januar, 19. Zerstörendes Beben zu Alabaschly, kräftige Schäden zu Telaf und Jelissawetpol.
1907, März, 29. Zerstörendes Erdbeben in Bitlis mit großem Schüttergebiet. Zahlreiche Nachstöße mit Schäden am 31.
1907, April, 10. Schweres Erdbeben am Goktschasee.
1907, Juni, 3. Zerstörendes Erdbeben in der Muschebene.
1907, August, 21. Schadenbeben in Derbent und Umgegend.
1909, Februar, 10. Zerstörungen vor allem zu Enderes, Sara und Karahissar. Vgl. Fig. 440.
1912, Oktober, 12. Zerstörendes Erdbeben zu Alawerdy; Schäden in Schulawery, Ak Talja, Borshom, Sera Mucha und anderen Ortschaften. Großes Schüttergebiet.
1913, April, 20. Zerstörendes Beben in Achalkalaki.
1924, Februar, 19. Schadenbeben zu Stepanjurt.
1924, Mai, 13. Ausgebreitetes Beben in Armenien, das in der Gegend von Erserum drei Dörfer gänzlich, vier weitere teilweise zerstörte; 50 Tote.
1924, Dezember, 19. Zerstörendes Beben in der Gegend von Tirabzon; 210 Tote. Gefühlt bis zum Kaspischen Meer.
1925, Februar, 8. In der Gegend von Ardahan Zerstörungen in 43 Dörfern; 140 Tote.
1925, Dezember, 3. Schadenbeben in Eriwan.
1926, Oktober, 22. In der Gegend von Leninakan (Alexandropol) Zerstörungen in 40 Dörfern; 355 Tote. Zahlreiche Nachstöße mit Schäden am 24. Dezember.
1927, Mai, 14. Zerstörendes Beben in Kasach Telaw.
1931, April, 27. Zerstörendes Erdbeben weithin am Oberlauf des Aras und im Karabagh, mit Herd in der Gegend von Ordubad; gegen 300 Tote.

Die Ränder des Rion-Kura-Grabens sind mit Herden besetzt, die im allgemeinen, trotz vereinzelter Schaden- und Zerstörungsbeben, selten einmal über Kleinbebencharakter hinauszugehen scheinen. Zwei Großbebenherde liegen submarin im Schwarzen Meer unweit von Suchum und von Tirabzon (Trapezunt) dort, wo das Bodenrelief die Annahme nahelegt, es setze sich der Riongraben submarin fort. Ein besonders regsames Gebiet mit Herden von Mittelbebencharakter bildet das Bruchbecken des Toporawansees: Achalkalaki[1]), Alawerdy, Alexandropol-Leninakan und Ardahan, daneben auch Achalzich-Borshom und Schulawery haben nicht selten mehr oder minder schwer gelitten. Demgegenüber tritt der Einbruch des Goktschasees sehr zurück, obwohl auch aus Bajaset Erdbebenschäden lokalen Ursprungs bekannt sind. Bloß das Ostende dieser Senke, der Tertergraben, zeigt einen Mittelbebenherd bei Stepanjurt-Schuscha. Durch

[1]) J. Mouchkétow, Matériaux recueillis sur le tremblement de terre d'Akhalkalaki. Mém. Comité Géol., N. S. Nr. 1. St. Petersburg 1903.

verstärkte Erdbebentätigkeit hebt sich der ganze Arasgraben mit dem Karabagh und das benachbarte Bruchgebiet am Nordende des Urmiasees hervor. Vor allem wurden Ani, Armeniens alte Hauptstadt, Towin und Arguri am Nordhang des Ararat sowie die ganze Gegend von Nachitschewan bis Ordubad, Utschtube und Goris zerstört. Die schweren Beben zu Khoi und Marand im Koturgraben leiten hinüber zum Großbebenherd des Bruchfeldes von Täbris, der sich oftmals verderblich betätigt hat. Dagegen sind aus dem Bruchfeld von Ardebil und dem Kaspischen Küstenbruch von Lenkoran bloß harmlose Erschütterungen bekannt. Der Pontische Gebirgshorst bricht nach Süden zum Graben des Kelkid Irmak ab;

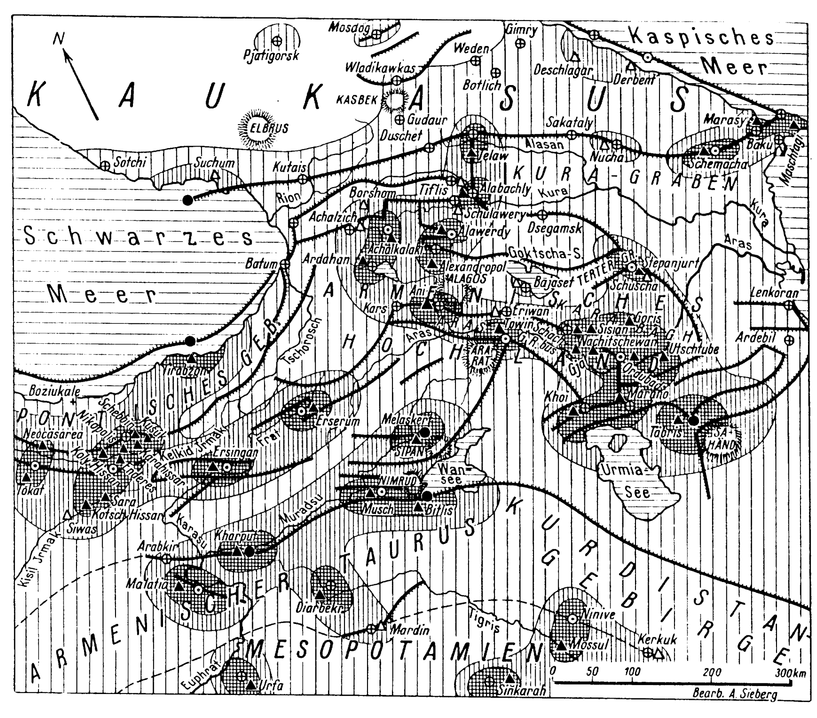


Fig. 441
Die Erdbebentätigkeit Armeniens und des Kaukasus

Herde schwerer Beben liegen bei Amasia, Neocäsarea-Tokat, Enderes (Fig. 440) und Scheblin. Auch der Oberlauf des Karasu wird durch Bruchdislokationen, zum Teil grabenartiger Natur, vorgeschrieben. Die Gegend von Erserum hat mehrfach erheblich zu leiden gehabt, während Ersingan in der Zeit von 1045 bis 1784 von 17 Katastrophenbeben heimgesucht wurde. Hauptherdgebiet ist der Nordabbruch des Armenischen Taurus. Herde schwerster Beben sind im Muradsutal bei Kharput, im Muschgraben sowie im Bruchfeld des Wansees bei Bitlis und bei Melaskert zu suchen. Die Nimruderuption von 1441 war zweifellos von Ausbruchsbeben begleitet. Der Mittelbebenherd bei Maltia sowie der Herd von Diarbekr scheinen darauf hinzudeuten, daß die in Frage kommenden Abschnitte des Euphrat- und des Tigristales von Querbrüchen gebildet sind.

§ 205. Der Kaukasus ist fast reines Faltungsgebiet. Deshalb bleibt sein Inneres so gut wie bebenfrei bis auf jene Randgebiete, die von Bruchdislokationen betroffen worden sind.

a) Der Aufbau, der auch im Äußern klar zum Ausdruck kommt, zeigt ein vom Süden und Südwesten her aufgefaltetes Hochgebirge (Elbrus 5629 m). Kristalline Gesteine bilden die Kernzone NW—SO streichender Fächerfalten aus paläozoischen und liasischen Sedimenten, die nach Norden nur sanft geneigt, nach Süden aber stark verfaltet und überkippt sind. Die Nordabdachung hat neben dem Einbruchsbecken von Wladikawkas mit dem vorgelagerten Horst des Kleinen Karbada und dem anschließenden Randbruch bis zum Kaspisee nur örtliche Bruchstörungen. Anders verhält sich die Südseite. Der ganze Abfall zum südlichen Vorland, zur Rion-Kura-Niederung, erfolgt durch Bruch, der nach Osten zu immer intensiver wird; ganz im Südosten nehmen die Längsverwerfungen, die sich dort zu zwei alttertiären und einer jungtertiären Stufe vereinigen, an Zahl und Sprunghöhe zu. Dazu gesellen sich östlich des Meridians von Oni zahlreiche, auch in der Oberflächengliederung klar zum Ausdruck kommende Querbrüche, weil der Ostkaukasus als Ganzes gegen den Westen abgesunken ist. Namentlich der Shahdag ist ganz in Klippenschollen aufgelöst. Die kaspische Küste von Petrowsk an bis einschließlich der Halbinsel Apscheron entstand durch Einbruch des Kaspisees. Aus manchen Brüchen ergossen sich andesitische Lavadecken und es bauten sich Vulkane auf, die, obwohl erloschen, zum Teil noch gut erhalten sind.

b) Die Erdbebentätigkeit (Fig. 441), soweit sie aus dem Erdbebenkatalog[1]) von Muschketow und Orlow sowie aus den Berichten des russischen Erdbebendienstes bekanntgeworden ist, hält sich in sehr bescheidenen Grenzen. Aus dem Innern des Gebirges liegen Erdbebenmeldungen bloß von Gudaur, Weden, Botlich und Gimry vor. Am Nordrand haben vor allem der Einbruchskessel von Wladikawkas, Mosdog am Karbadahorst sowie das Terektal bei Grosnyi und Omachan-jurt nicht seltene, aber stets harmlose Erdstöße aufzuweisen. Dazu gesellen sich Beben der gleichen Art in den Gegenden von Pjatigorsk, Maikop, Stavropol, Ekaterinodar und Anapa nahe der Kubanmündung. Eine erheblich regere Tätigkeit zeigt der Bruch, an dem zwischen Petrowsk und der Apscheronhalbinsel der Ostflügel des Kaukasus unter dem Kaspischen Meere versinkt. Deschlagar und Derbent sowie die Gegend von Marasy haben mehr oder minder schwer unter Erdbeben zu leiden gehabt. Der bebenreiche Südabbruch gegen den Kuragraben wird stellenweise, so bei Telaw und Nucha, von schadenbringenden und selbst zerstörenden Beben betroffen. Berüchtigt ist der Herd von Schemacha[2]) wegen seiner häufigen Verheerungen, die die Verlegung des Regierungssitzes nach Baku notwendig machten. Des submarinen Großbebenherdes vor Suchum wurde bereits Erwähnung getan.

§ 206. Die Iranischen Gebirgsländer. Über ihre Erdbebentätigkeit war bis jetzt kaum mehr bekannt als die Angabe von Stahl, wegen der großen Zahl von Erdbeben würden leichtere Stöße überhaupt nicht beachtet. Im Gegensatz hierzu ist nachstehend ein Bild entwickelt, das schon recht weitgehende Auskünfte selbst über Einzelheiten der Erdbebentätigkeit gibt, obschon in der Hauptsache bloß Groß- und Mittelbebenherde ungefähr lokalisiert werden konnten.

---

[1]) Vgl. auch P. Krzmarik, Grundzüge der Erdbebengeographie des Kaukasus, I. Teil. Wien 1912.

[2]) V. Weber, Tremblement de terre de Chemakha du 31 janvier (13 février) 1902. Mém. Comité Géol., N. S., Nr. 9. St. Petersburg, 1903.

Darüber hinausgehend wurde versucht, an einigen Stellen Schlüsse auf noch unbekannte Bruchtektonik zu ziehen.

a) Der Aufbau[1]) Irans zeigt ähnliche Verhältnisse wie derjenige Armeniens, vor allem tertiär gefaltete und später durch Bruchdislokation zerstückelte Gebirge. Auch hier handelt es sich um ein von hohen Randketten umschlossenes Hochland von 700—1200 m Höhe. Unsere Kenntnisse über die Tektonik des Gebietes sind zwar sehr dürftig, aber soviel wissen wir doch, daß die Randketten durch tertiären Schub aufgestaut wurden und im Süden meist durch Brüche begrenzt sind. Die südlichen Randketten beginnen im Ararat, vereinigen sich im Zagrosgebirge (Kuh-i-Dena 5180 m) mit dem vom Wansee herüberziehenden Kurdistangebirge und begleiten die Bruchküsten vom Persischen Meerbusen, Golf von Oman und Arabischem Meere. Über dem fast 1000 m tiefen Kesselbruch des südlichen Kaspischen Meeres erheben sich die Horste der Nordketten, die vom Karabagh Hocharmeniens her zum Hindukusch und Pamir überleiten. Karadagh, Gilan und Elburs mit dem erloschenen Vulkan Demawend (5670 m) sind durch Längsbrüche in Parallelketten aufgelöst, wozu sich noch Querbrüche gesellen. Besonders steil ist der Abbruch auf der Südseite in zahlreichen Staffeln. Zwischen den Tertiärfalten des Aladagh und Kopetdagh bildet das Atrektal einen grabenförmigen Einbruch. Gebirgsketten, durch weite Senken voneinander getrennt, erfüllen das Hochland des Innern. Hier spielen streichende Verwerfungen sicherlich eine erhebliche Rolle; vor allem wird dies vom Kuhrud mit großer Bestimmtheit angenommen.

b) Die Erdbebentätigkeit (Tab. 156 und Fig. 442) war bis jetzt deshalb kaum zu überblicken, weil das Nachrichtenmaterial in zahlreichen und zum Teil schwer zugänglichen Schriften versteckt ist. Von der Häufigkeit der Erdbeben gewinnen wir auch jetzt noch keine befriedigende Vorstellung, wohl aber von den wichtigsten Herdgebieten.

Tabelle 156

Wichtigere Erdbeben Irans

856. Zerstörendes Erdbeben in Kum; gefühlt bis Khorassan, Syrien und Yemen.
856. Schweres Erdbeben im Schawardgebirge mit Zerstörungen in Bostam.
957. Erdbebenzerstörungen am Demawend und zu Rhei, viele Tote. Seismische Woge im Kaspischen Meer.
958. In Kaschan und Umgegend zerstörendes Erdbeben.
1052. Zerstörendes Erdbeben in Kuhistan, vor allem in Ardakan mit Felsstürzen.
1139. Schadenbeben in Herat und Chonsar mit Bodenspalten und Schlammergüssen.
1209. In Nischapur ein Schadenbeben.
1673, im August. Schweres Erdbeben in Khorassan; Zerstörungen in Mesched, Nischapur und Umgegend.
1755, Juni, 7. In Kaschan Erdbebenzerstörungen; gemeldet auch aus Täbris und Isfahan.
1824, Juni, 23. Schiras und Kasrun großenteils durch ein Erdbeben zerstört. Wiederholung im Oktober 1825.
1829, im März. Zu Basidu auf der Insel Kischm im Persischen Golf und in der Umgegend ein sechstägiger Schwarm kräftiger Erdbeben.
1829. Erdbeben auf der Insel Kischm.
1830, Mai, 9. Zerstörendes Erdbeben in Teheran.
1865, im Juni. Kräftiges Schadenbeben in Schiras.
1871, September, 6. Mehrere kräftige Erdstöße in Buschähr.

[1]) A. F. Stahl, Persien, Handb. d. Region. Geol., 8. Heft. 1911.

1872, im Januar. Schirwan erlitt kräftige Erdbebenschäden.
1872, im Juni. Verwüstung von Hamadan durch ein Erdbeben.
1879, April, 2. Schweres Erdbeben in der Gegend von Budjurd, 21 Dörfer völlig und 45 teilweise zerstört; über 700 Tote.
1884, Mai, 19. Zerstörendes Erdbeben auf der Insel Kischm, besonders zu Basidu; 200 Tote. Gefühlt bis mindestens Bender Abbas.
1890, Juni, 27./28. Verheerendes Erdbeben in Nordpersien, große Erdspalten und Felsstürze bei Täsch.
1903, September, 25. Schwere Erdbebenzerstörungen in Turchis samt 25 Dörfern in 35 km Umkreis; viele Tote. Ohne Schäden in Turbet-i-Cheidari. Wiederholung am 30. September, 209 Tote.
1904, November, 9. Zerstörendes Erdbeben in Kaaka Kale, Schäden in Mesched; großes Schüttergebiet.
1905, Januar, 9. Schweres Erdbeben im Irak Adjemi, Schäden zu Darun; gefühlt bis in die Gegend von Lenkoran.
1909, Januar, 23. Völlige Zerstörung von Lavan, Schäden bis Isfahan.
1923, Mai, 26. Turbet-i-Cheidari nebst 30 Dörfern in 25 km Umkreis zerstört; 300 Tote. Zahlreiche Nachbeben.
1923, September, 17. Schweres Erdbeben im Attrektal, völlige Zerstörung von Budjurd und 9 Dörfern, weitere 22 Dörfer wurden teilweise zerstört; 157 Tote. Leicht in Mesched.
1923, September, 24. Kräftiges Schadenbeben in Kirman, großes Schüttergebiet.
1925, im Februar. Beginn von Solfatarentätigkeit mit Schlammströmen zu Beidjan.
1925, Juni, 10. Erdbebenzerstörungen zu Burudjirt und Umgegend.
1928, März, 9. Zerstörendes Erdbeben in Nehbedan und Umgegend.
1930, Oktober, 2. Zerstörendes Erdbeben am Demawend, besonders in den Dörfern Ah und Mebarak-Abad; zahlreiche Verletzte. Vorbeben seit Ende September, Nachstöße bis Ende November.

Der kaspische Küstenbruch scheint sich verhältnismäßig ruhig zu verhalten; Schadenbeben sind bekannt von Enseli, zerstörende Beben aus der Gegend von Täsch-Astrabad. Am Südabbruch des Elburs beim Demawend haben Teheran, Rhei und Ah unter schweren Erdbeben zu leiden gehabt; wenig nördlich hiervon verursachte 1925 plötzlich auftretende Solfatarentätigkeit nicht wenig Schrecken. Weiter östlich ist Bostam am Südabbruch des Schahwardgebirges von zerstörenden Beben betroffen worden. Besonders lebhafte Tätigkeit entfaltet der Atrekgraben vor allem bei Schirwan, Budjurd, Kutschan und Mesched, wo zerstörende Beben nichts seltenes sind. Der Herd des schweren Bebens von Kaaka Kale legt den Gedanken nahe, der Kopetdagh sei ein Horst. Desgleichen deuten die zerstörenden Beben von Turbet-i-Cheidari und von Turchis auf Bruchdislokationen am Gebirgsrand. Der Ostabbruch des Zagrosgebirges gegen das Hochland des Innern ist durch Mittel- und Großbebenherde in der Gegend von Hamadan, Burudjirt-Lavan und Darun bezeichnet; von diesen scheinen auch die mehrfachen Schadenbeben ausgegangen zu sein, die in Isfahan verspürt wurden. Ferner weist das Bruchbecken des Nirissees Herde schwerer Beben auf, unter denen mindestens derjenige von Schiras ein Großbebenherd ist. Der durch Bruch gebildete Ostrand des Kuhrud hat Herde zerstörender Beben, zum Teil von Groß- und Mittelbebencharakter bei Kum, Kaschan, Ardakan und im Becken von Kirman. Schließlich deutet der Herd von Nehbedan auf Bruchstörungen im Dubusch- und Darwosagebirge. Der bekannte Abbruch[1]) der

[1]) M. Blanckenhorn, Geologie von Syrien, Arabien und Mesopotamien. Handb. d. Region. Geol., Heft 17. 1914.

südiranischen Randgebirge gegen den seichten Persischen Golf besitzt einen häufig tätigen Lokal- bis Kleinbebenherd in der Gegend von Buschär. Einen Mittelbebenherd, der besonders die Insel Kischm schwer heimgesucht hat, und von dem auch die nicht selten aus Bender Abbas gemeldeten Erdstöße ausgehen dürften, beherbergt der Grabenbruch der Hormusstraße.

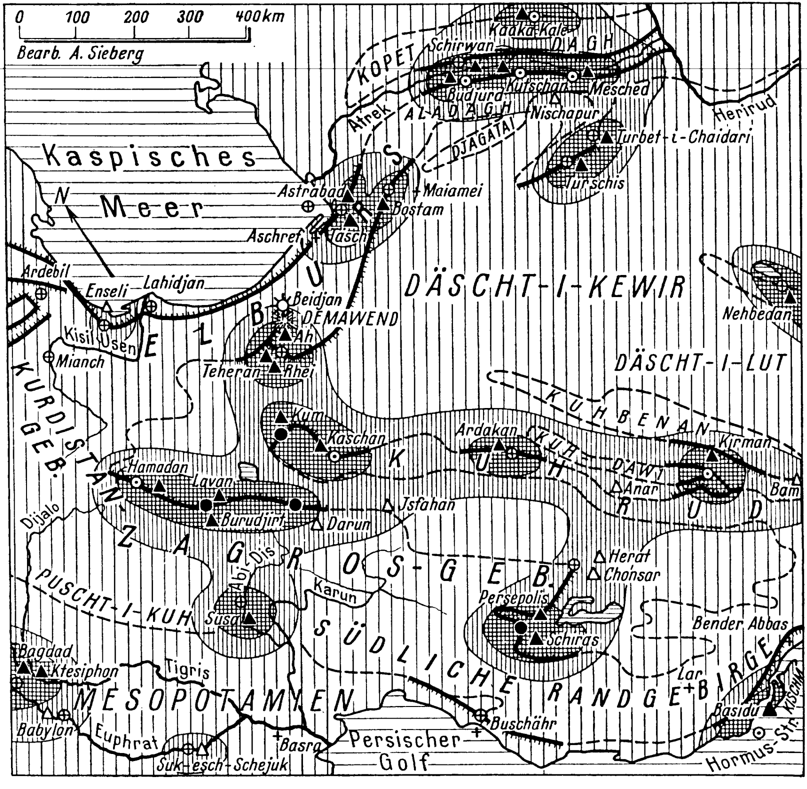


Fig. 442. Die Erdbebentätigkeit Irans

§ 207. **Das Indische Gebirgssystem** umfaßt den südasiatischen Rest des alten Gondwanalandes, also die vorderindische Halbinsel, sowie den Kranz junger Faltengebirge, der den Norden von Iran an bis nach Hinterindien umrandet. Den großen Gegensätzen im tektonischen Aufbau entsprechen auffällige Unterschiede in der Erdbebentätigkeit. Weiteste Landstriche sind durch Bebenarmut ausgezeichnet, während in einzelnen Bruchzonen Beben schwerster Art, vor allem Großbeben, eine häufige Erscheinung sind und selbst Weltbeben nicht fehlen. Auch wurden in manchen Küstengegenden Seebeben und Seismische Wogen beobachtet. Einer unter SIEBERGS Leitung von H. GERHARDT[1]) durchgeführten Untersuchung sind die nachstehenden Angaben entnommen.

[1]) H. GERHARDT, Die Erdbebentätigkeit Südasiens und des Malaiischen Archipels sowie ihre Beziehungen zur Tektonik. Jenaer Dissert. 1931.

a) Der Aufbau[1]) zeigt als alte Kernmasse den Horst der vorderindischen Halbinsel mit dem paläozoischen Rumpfgebirge der Aravallis und der abgetrennten Insel Ceylon. Zu alten Brüchen gesellten sich junge, denen während der Kreidezeit die gewaltigen Deckenergüsse aus basaltischem Magma im Dekkan entquollen. In den ostiranischen Randgebirgen Afghanistans und Belutschistans liegen tertiäre Faltenketten neben älteren und ältesten Massen, die überall mit bedeutenden Störungen aneinander treten, so besonders am Herirud und an der alten Kabulmasse, im Tschitraler Gebiet, bei Quetta und am Rand der Ostpersischen Ketten. Die weiten Mulden und Sättel des Pamir, eines Hochlandes von über 4000 m Mittelhöhe, wurden im Karbon angelegt und während der alpinen Faltungsperiode weiter aufgestaucht. Brüche sind hauptsächlich im Nordwestrand nachgewiesen. Der Karakorum und das vorkarbonische Hedingebirge sind noch so gut wie unerforscht. Jüngste Faltung schuf die parallelen Ketten des Himalaya mit mächtigen Längstälern und eingeschalteten Hochflächen. Die nördlichen Ketten überragen die südlichen an Höhe und tragen die höchsten Gipfel (Kangchendzönga 8580 m, Everest 8880 m). Über die Tektonik ist noch wenig bekannt, jedoch scheint Bruchdislokation eine untergeordnete Rolle zu spielen; Bruchstörungen finden sich im Kaschmirtal und entlang einigen südlichen Ketten; ferner begleitet eine Hauptverwerfung den ganzen Südrand des Gebirges gegen die Gangesniederung. Für den Bau Hinterindiens waren bestimmend die alte Masse von Kambodja und das Hochland von Shillong, dessen kristalliner Teil an einer Verwerfung abbricht. Von den Faltenketten, die zwischen den beiden Massiven eingeklemmt sind, entstanden bloß die westlichen, das Patköi- und Arakangebirge, im Tertiär. Der Oberlauf des Irawadi und der Sittang folgen einer gewaltigen Meridionalverwerfung.

b) Die Erdbebentätigkeit (Tab. 157, Fig. 443—445) in älterer Zeit ergibt sich aus der kritisch bearbeiteten Materialsammlung von TH. OLDHAM[2]). Etwa seit Jahrhundertbeginn veröffentlichte der Indische Wetterdienst[3]) in Calcutta Erdbebennachrichten. Monographische Bearbeitungen wichtigerer Einzelbeben durch R. D. OLDHAM, GRIESBACH, MIDDLEMISS, JONES, MEDLICOTT, MARVIN u. a. erschienen meistens in den Abhandlungen des Geologischen Landesdienstes für Indien.

Tabelle 157

Wichtigere Erdbeben Indiens

893. Zerstörung von Daipul; angeblich 180000 Tote.

1505, Juli, 6. Schwere Zerstörungen durch ein Erdbeben in Kabul, Bala Hiçar, Pangan und Umgegend. Zwischen Istarghab und Maidan vertikale Bodenverschiebungen bis zu 2 m. Zahlreiche Nachstöße.

[1]) D. N. WADIA, Geology of India. London, 1926. — H. H. HAYDEN, Geology of Northern Afghanistan. Mem. Geol. Survey of India, **39.** — E. TRINKLER, Afghanistan. Peterm. Mitt., Ergänz.-Heft 196. 1928. — Derselbe, Die geologisch-morphologische Entwicklungsgeschichte des Südwestens Zentralasiens. Peterm. Mitt., 1926. — Derselbe, Aus dem westlichsten Teil des afghanischen Hindukusch. Ebenda, 1925. — G. O. DYHRENFURTH, Über die geologischen Ergebnisse der Himalaya-Expedition 1930. Mitt. Deutsch-Österr. Alpenvereins, 1930. — BURRARD-HAYDEN, Geography and Geology of the Himalaya Mountains and Tibet. Calcutta, 1907/08. — F. BLONDEL, État de nos connaissances en 1929 sur la géologie de l'Indochine française. C. R. des XV. Intern. Geologenkongresses. Pretoria, 1929. — E. TRINKLER, Hinterindien, in Gerbings Erdbild der Gegenwart. Leipzig 1927.

[2]) TH. OLDHAM, A catalogue of indian earthquakes from the earliest time to the end of A. D. 1869. Mem. Geol. Survey of India, XIX. Calcutta, 1883.

[3]) Monthly Weather Review, Government of India. Calcutta.